

روشنایی در محیط کار

مهندس مهران قلعه نوی
عضو هیات علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای
دانشکده بهداشت
دانشگاه علوم پزشکی قزوین

منابع درس:

- مهندسی روشنایی دکتر رستم گل محمدی انتشارات فن آوران
- Hand book of Lighting IES
- Lighting For Health and safety

منابع اصلی درس :

- ۱- مهندسی روشنایی ، دکتر رستم گل محمدی ،
- ۲- روشنایی در بهداشت و ایمنی ، دکتر حسین کاکویی ، مهندس سیابوالفضل ذاکریان
- ۳- مهندسی روشنایی، دکتر کلهر ،
- 4- Lighting Handbook IESNA, New York.

شرایط کلاس و نحوه ارزشیابی

- حضور در کلاس دارای اهمیت بسیاری است. از غیبت غیرموجه پرهیزید.
- استفاده از موبایل و هر گونه وسیله ارتباطی که باعث حواسپرتی گردد مجاز نیست.
- هر جا سوالی پیش میاید پرسید.
- رفت و آمدهای بی مورد در حین کلاس باعث پشیمانی است.
- کوییز ، آزمون میان ترم و کارهای آزمایشگاهی و کار کلاسی جزئی از نمره پایان ترم شما است پس در انجام هر چه بهتر آنها بکوشید.

نحوه ارزشیابی

- برای کلیه فعالیتهای کلاسی شما در طول ترم نمره ای در نظر گرفته میشود پس زیاد به خواندن در شب امتحان و قبولی نیاندیشید.
- کوییز همانطور که از نامش پیداست آزمونی است کوتاه و در هر زمانی قابل اجرا، بنابراین از قبل برای گرفتن کوییز هشدار داده نمی شود.
- آزمون میان ترم در هفته هشتم برگزار می شود.
- کار کلاسی شما بصورت فردی یا حداکثر دو نفری است که موضوع آن در اسلاید بعدی قابل مشاهده است.
- حضور فعال شما در کلاس درس مزید امتنان است.

راههای تماس با من

- از طریق ایمیل : m.ghalenoy@gmail.com لطفا در بخش موضوع ایمیل کلمه student را بنویسید.
- بصورت حضوری در اتاقم روزهای دوشنبه ۸-۱۰ و ۱۲-۱۴ و سایر روزها در ساعات ۱۱:۴۵-۱۲:۳۰
- در کلاس مجازی از طریق سایت <http://elearning.qums.ac.ir> موضوعی تحت نام همین درس در این سایت ایجاد شده که می توانید فایل های درسی را مطالعه و تکالیف را ارسال نمایید.

سرفصل درسی مصوب

هدف کلی درس : آشنایی با کمیت و کیفیت روشنایی ، کسب توانایی طراحی سیستم روشنایی و نحوه بکارگیری صحیح منابع روشنایی

رتوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری - ۳۴ ساعت عملی)

الف) نظری :

- مفاهیم و تعاریف مربوط به نور
- میانی روشنایی (قوانین روشنایی - کمیات اندازه گیری روشنایی ، توان نوری منابع ، درخشندگی ، شدت روشنایی ، ضرایب بهره ...)
- عوامل موثر بر دید و فیزیولوژی بینائی
- شناخت و نحوه بکارگیری لامپ ها و چراغ ها (انواع لامپ و چراغ - کاربرد - منحنی قطبی پخش نور دسته بندی حفاظتی چراغ ها - مشخصات لامپ ها از نظر طول موج - دما .
- آلودگی نور
- آشنایی با ابزارهای سنجش روشنایی و درخشندگی
- اندازه گیری روشنایی محیط های کار (شامل روشنایی عمومی و موضعی) براساس روشهای IESNA و Room Ratio
- ارزیابی روشنایی از نظر کمیت و کیفیت ، گزارش نویسی
- تامین روشنایی طبیعی (آشنایی با منابع شامل خورشید - زمین - آسمان) - پنجره ها - ضرایب انعکاس داخلی

- طراحی روشنایی مصنوعی (داخلی)

ب) عملی :

- کار با انواع فتومترها
- اندازه گیری روشنایی عمومی
- اندازه گیری روشنایی موضعی - درخشندگی
- اندازه گیری تمرینی روشنایی در یکی از محیط های کاری ترجیحاً صنایع - گزارش نویسی
- انجام پروژه ساده طراحی روشنایی طبیعی
- انجام پروژه طراحی روشنایی مصنوعی (داخلی)

روشنایی

- نور و روشنایی یکی از مهم ترین مباحث محیط فیزیکی کار را تشکیل می دهد.
- نور شکلی از انرژی است که انرژی را بدون جابجایی جرم منتقل می کند
- از نور نه تنها برای رویت اشیاء و انجام کارها ، بلکه از آن به عنوان عاملی برای ایجاد یک محیط کار مطبوع و دلپذیر استفاده می شود.

مبانی علمی مهندسی (روشنایی)

نور مرئی

- نور مرئی جزیی از طیف عظیم الکترومغناطیس است، بر اساس نظریه ماکسول مانند سایر امواج الکترومغناطیسی شامل میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در حال نوسان بوده و با سرعت 3×10^8 متر بر ثانیه در فضا منتشر می شود.

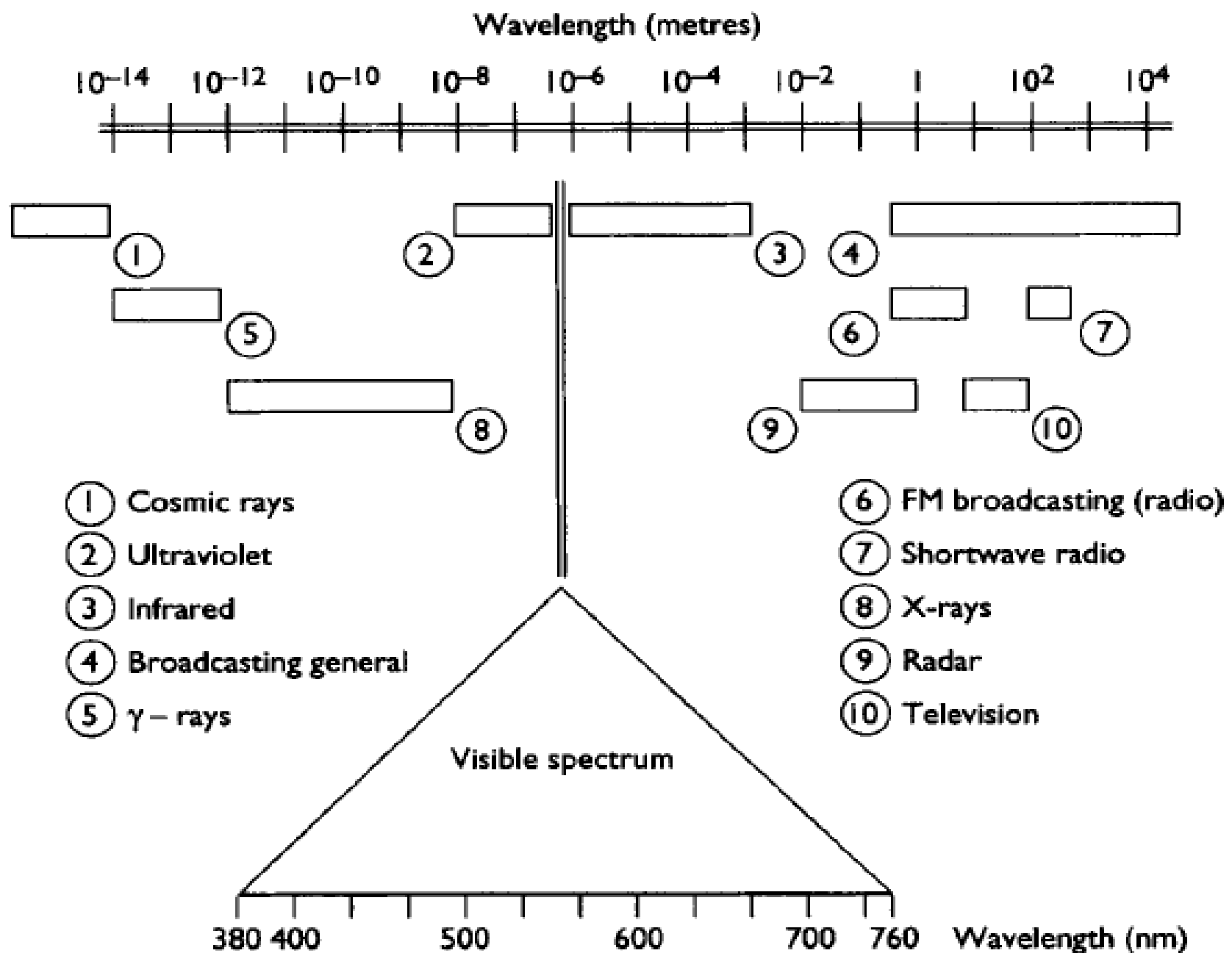


Figure 2.2 Electromagnetic spectrum.

Ultraviolet and infrared radiation

Table 2.1 Classification of UV and IR radiation

<i>Group</i>	<i>Ultraviolet</i>	<i>Infrared</i>
A	315–400	780–1400
B	280–315	1400–3000
C	100–280	3000–1000000

All wavelengths are given in nanometres.

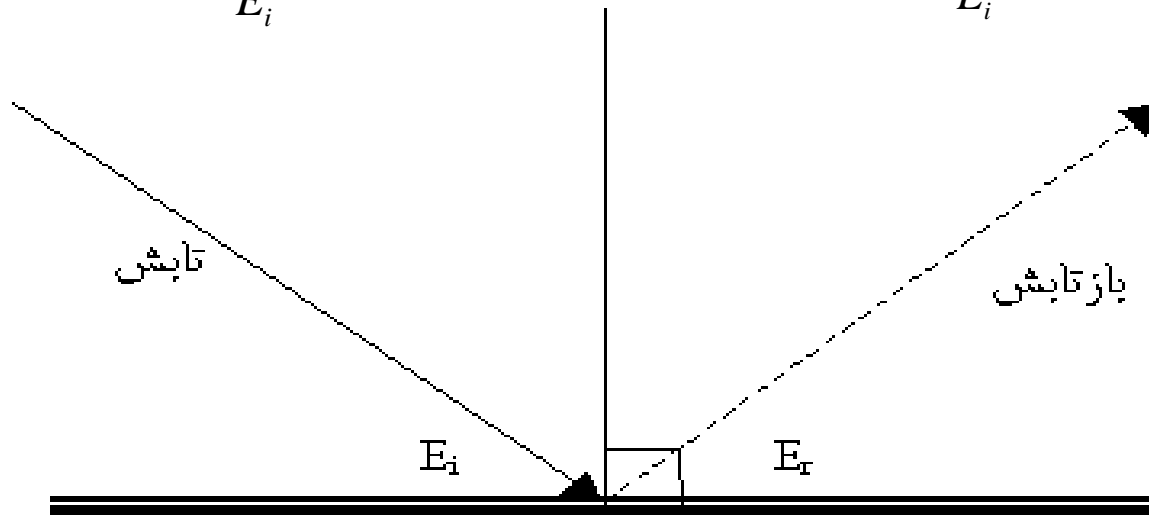
رفتارهای امواج نوری

- بازتابش
- تفرق
- انحراف
- تداخل
- شکست

تأثیر بازتابش نور از روی سطوح در توزیع روشنایی

$$\rho(\text{ratio}) = \frac{E_r}{E_i}$$

$$\rho(\%) = \frac{E_r}{E_i} \times 100$$



ضریب انعکاس نور برخی مصالح و رنگها

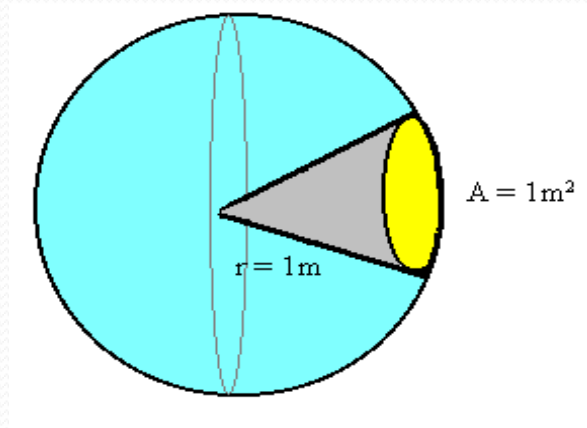
ضریب بازتابش $\rho(\%)$	رنگ
+۸۰	سفید
+۶۵	زرد
+۵۰	صورتی روشن
+۴۵	آبی روشن
+۴۰	قرمز روشن
+۱۵	سبز تیره
+۱۵	قهوه‌ای تیره
+۰۵	سیاه

نوع مصالح	ضریب بازتابش $\rho(\%)$
آینه	۸۰-۹۹
آلومینیوم پرداخت شده آندی	۷۵-۹۵
آلومینیوم پرداخت شده	۷۰-۸۰
روکش کروم	۶۰-۶۵
فولاد ضد زنگ	۵۵-۶۵
سنگ آهک	۳۵-۶۵
سنگ مرمر سفید	۸۰
گچ خشک تازه	۸۰
گچ خشک کهنه	۶۵
سیمان پرتلند	۲۰-۴۵
آجر	۱۰-۲۵
کاشی سفید	۸۰

کمیات سنجش روشنایی

۱- شار نوری منبع:

- شار نورانی منبع یا توان نوری منبع عبارتست از توان نوری ساطع شده از منبع نورانی که با واحد لومن lm بیان می گردد و با Φ نشان داده می شود.
- یک لومن شار نورانی ساطع شده از یک شمع استاندارد در یک استرادیان (زاویه فضایی) است.
- یک وات 683 لومن است



استرادیان:

- واحد اندازه گیری زاویه فضایی استرادیان است که برابر با زاویه فضایی است که از سطح کره ای به شعاع یک متر ، سطحی برابر یک متر مربع از دایره را جدا میکند. به این ترتیب ، زاویه فضایی که یک سطح کروی بسته یا هر سطح نامنظم بسته تشکیل می دهد برابر با ۱۲.۵۷ استرادیان است.

$$\omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$$

۲- شدت نور منبع:

شدت نور منبع، با نماد I و با واحد شمع استاندارد یا کاندلا cd بیان می گردد.

بطور عملی یک کاندلا، شدت نور ناشی از یک منبع نورانی با سطح cm^2 ($1/60$) از جسم سیاه در درجه ذوب پلاتین ($2045^\circ K$) در فشار یک اتمسفر ($101325 Pa$) است. شدت تابش نور از این منبع را به عنوان شمع استاندارد می گیرند.

شار عبوری از سطح کره در هر زاویه فضایی حائز اهمیت است. سطح کره با شعاع واحد به صورت زیر محاسبه می شود:

$$S = 4\pi r^2 = 4 \times 3.14 \times 1^2 = 12.57$$

لذا می توان گفت انتشار نور ناشی از یک منبع نقطه ای با شدت یک کاندلا، که بصورت فضایی تابش روشنایی دارد، در هر زاویه فضایی یک لومن شار نورانی منتشر می کند

$$I(cd) = \frac{\phi(lm)}{A(m^2)}$$

$$I(cd) = \frac{\phi(lm)}{12.57}$$

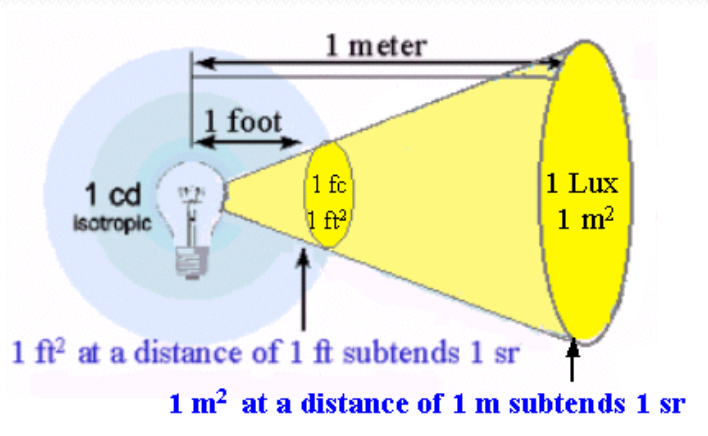
$$\phi(lm) = I(cd) \times 12.57$$

۳ - شدت روشنایی (lx):

شدت روشنایی با نماد E، عبارتست از میزان شارنورانی دریافت شده توسط یک سطح معین می‌باشد، واحدهای آن فوت کاندل fc و لوکس LX می‌باشد. واحد بین‌المللی شدت روشنایی لوکس lx است.

یک لوکس، شدت روشنایی است که از یک شمع استاندارد در فاصله یک متری توسط سطح یک متر مربعی دریافت می‌شود یا بر آن سطح تابیده شود

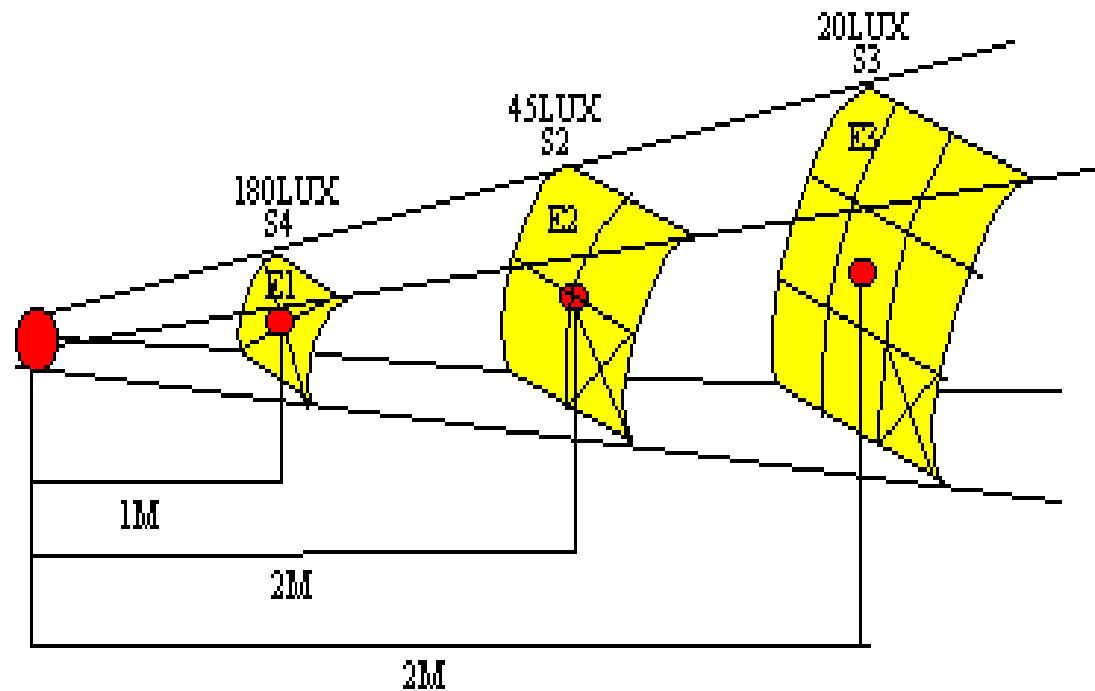
فوت کاندل: شدت روشنایی است که از یک شمع استاندارد (یک کاندلا) در فاصله یک فوتی توسط یک فوت مربعی دریافت شود، یا بر آن سطح تابیده شود



- Thus one foot-candle is equal to one lumen per square foot or approximately 10.764 lux.^[note 3] In practical applications, as when measuring room illumination, it is very difficult to measure illuminance more accurately than $\pm 10\%$, and for many purposes it is quite sufficient to think of one footcandle as about ten lux as is typically done in the lighting industry.

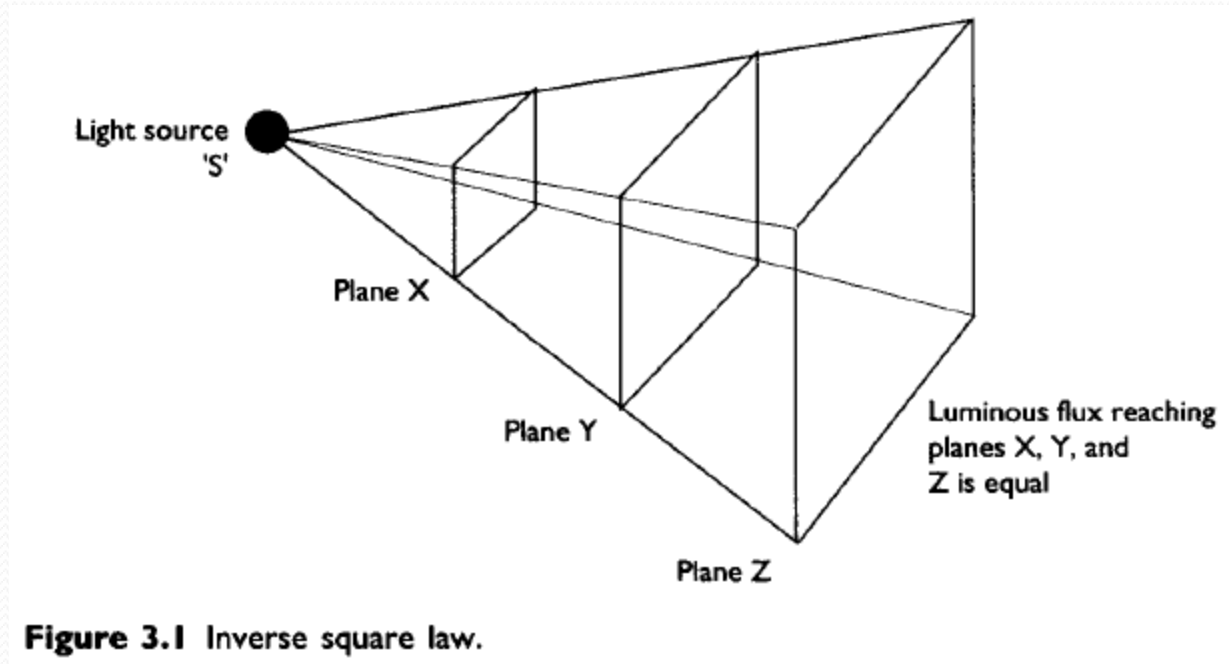
قانون عكس مجذور فاصله

$$E_2 = \frac{E_1}{r^2}$$



Laws of illumination

Inverse square law



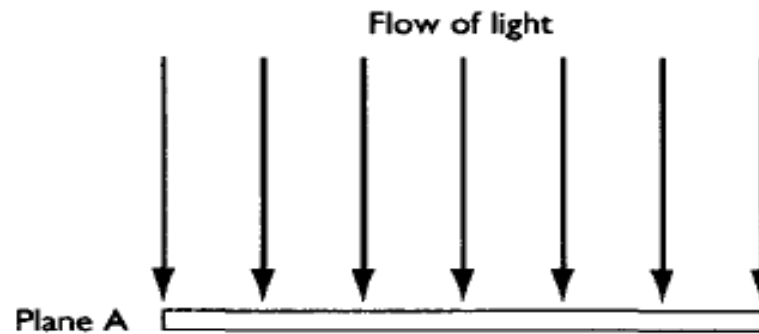
$$\text{Illuminance (E)} \propto \frac{1}{(\text{distance})^2} \quad (3.1)$$

It can be shown that:

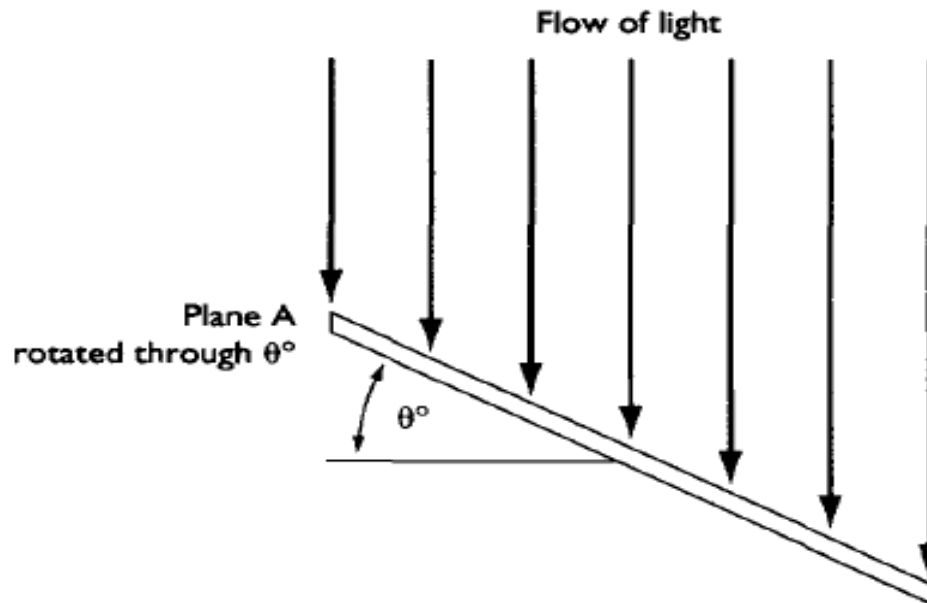
$$\text{Illuminance (E)} = \frac{\text{Intensity (I)}}{(\text{distance})^2} \quad (3.2)$$

where the illuminance is measured in lux, the intensity is measured in candela and the distance is measured in metres.

(a)



(b)



Length of Plane A intercepting flow of light in (b) is increased from that shown in (a) by a factor $\left(\frac{1}{\cos \theta^\circ}\right)$

Since luminous flux is constant, illuminance on Plane A in (b) is reduced from that shown in (a) by a factor $\left(\frac{\cos \theta^\circ}{1}\right) = \cos \theta^\circ$

$$\text{Thus } E = \frac{\text{Intensity}}{\text{Distance}^2} \times \cos \theta^\circ \quad (3.3)$$

Figure 3.2 Cosine law.

$$E = \frac{I}{d^2}$$
$$E = \frac{I}{d^2} \cos \theta$$

- E: شدت روشنایی (لوکس)
- I: شدت نور (کاندلا)
- d: فاصله منبع نور تا نقطه ب
- r: فاصله منبع نور تا نقطه الف

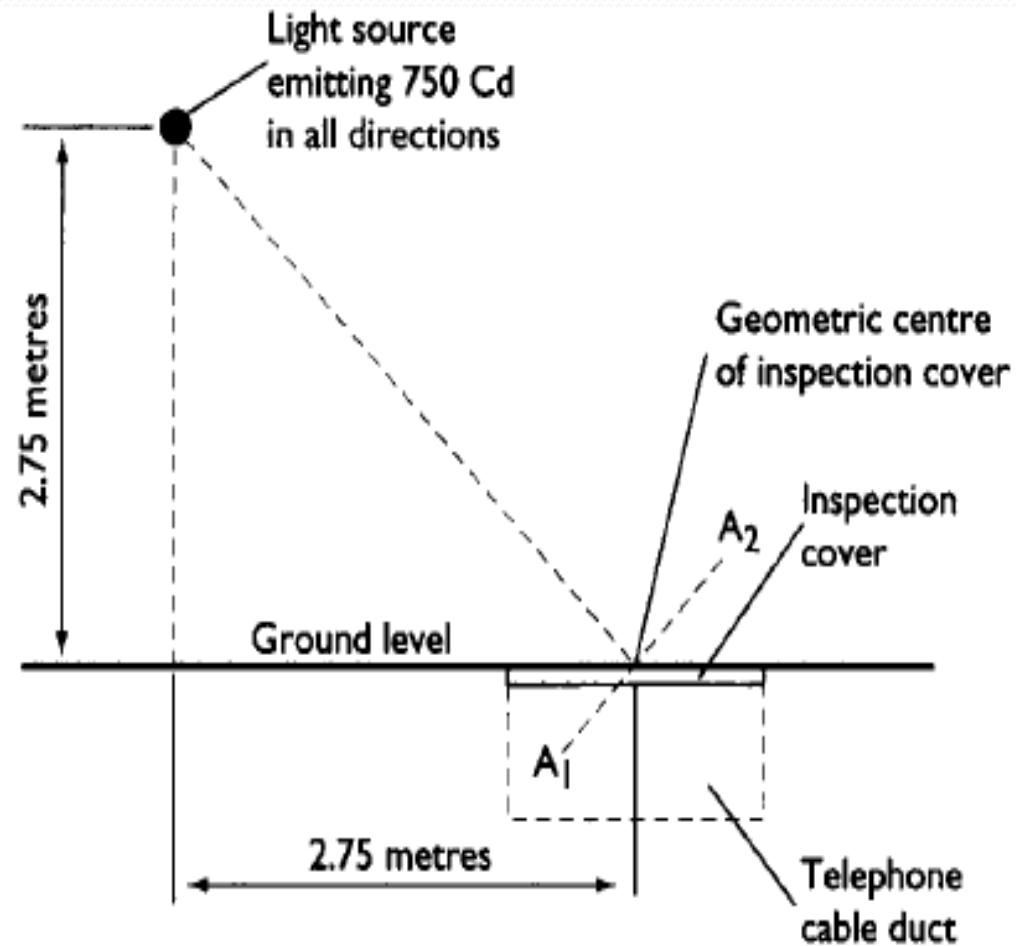


Figure 3.3 Cross-section through telephone cable duct.

Combination law

The inverse square law and the cosine law can be usefully combined into one law. Calculation of the horizontal illuminance at point A of the arrangement shown in Figure 3.4 involves trigonometry.

$$\frac{h}{d} = \cos \theta$$

from which:

$$\frac{h^2}{d^2} = \cos^2 \theta$$

transposing:

$$d^2 = \frac{h^2}{\cos^2 \theta}$$

etry:

Now since Illuminance (E) = {[intensity ÷ (d²)] × cosθ} it can be shown that by substituting for d²,

$$\begin{array}{l} \text{Horizontal} \\ \text{illuminance (E)} \\ \text{(in lux) at Point A} \end{array} = \frac{\text{Intensity} \times \cos^3 \theta}{h^2} \quad (3.4)$$

Light source of equal luminous intensity in all directions

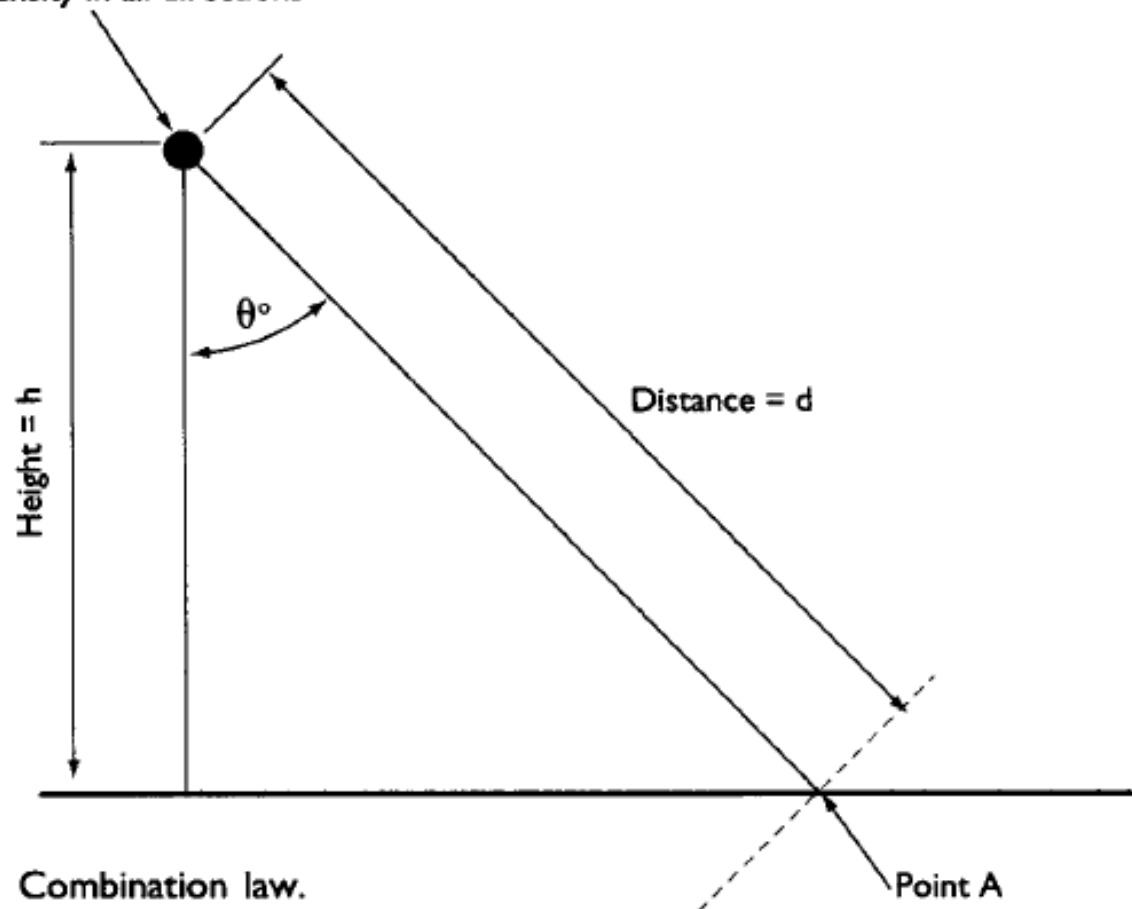


Figure 3.4 Combination law.

استانداردهای شدت روشنایی

در محیط‌های مسکونی، تجاری، عمومی و صنعتی برای آسایش افراد، شدت روشنایی در جداول مخصوصی بیان گردیده است. حداقل شدت روشنایی قابل قبول ۵۰ لوکس می باشد

خصوصیات مکان	مثال	شدت روشنایی مورد نیاز L_x
مکانهایی با تردد محدود افراد	انبارها یا زیرزمینها و راهروها	۵۰ تا ۱۵۰
کارهای غیر دقیق یا خشن	بارگیری و تخلیه الوار یا تایر	۱۵۰-۲۰۰
کارهای با دقت متوسط	کارهای خدماتی و تولیدی	۲۰۰-۳۰۰
کارهای دقیق	کارهای تحریری یا مونتاژ قطعات	۳۰۰-۵۰۰

۴- درخشندگی یا چگالی نور ()

مقدار روشنایی است که از یک سطح یا از یک منبع روشنایی ساطع می‌گردد. به عبارت دیگر این کمیت بیان کننده چگالی نور در منبع تولید یا در روی سطوح بازتابشی است. واحد اصلی این معیار cd/m^2 یا nit است.

برای روئیت اشیاء و تشخیص در حد تاریکی و روشنی باید حداقل 0.1 cd/m^2 درخشندگی موجود باشد. در درخشندگی بالاتر تا 3 cd/m^2 تشخیص رنگ به سختی امکان پذیر است و در درخشندگی بالاتر از 3 cd/m^2 دید رنگها آسان می‌شود. درخشندگی بالاتر از 100 cd/m^2 ممکن است چشم را دچار خستگی نمایند یا سبب آزار ناظر گردد،

مثالهایی از درخشندگی منابع

منبع روشنایی	درخشندگی cd/m^2
خورشید در هنگام ظهر	2×10^9
آسمان بدون خورشید	10^{-4}
آسمان در شب	۱۰۰۰
لامپ رشته‌ای ۱۰۰ وات ساده	۵۰۰۰۰۰
لامپ رشته‌ای ۱۰۰ وات مات	۸۰۰۰۰
سطح لامپ فلورسنت	۵۰۰۰
سطح لامپ گازی جیوه‌ای فشار ۲ اتمسفر	7×10^6
سطح لامپ گازی سدیمی فشار بالا	$440 - 620 \times 10^4$
سطح لامپ متال هالید شفاف	$470 - 1100 \times 10^4$

رابطه مهم بین درخشندگی، شدت روشنایی و ضریب انعکاس سطوح

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

5- ضریب بهره نوری (η)

این ضریب اختصاصاً برای منابع الکتریکی در نظر گرفته می‌شود و نسبت بین توان نوری منبع به توان الکتریکی آن است، واحد این ضریب لومن بر وات است.

$$\eta \left(\frac{lm}{w} \right) = \frac{\phi (lm)}{p (w)}$$

۶- ضریب بهره الکتریکی (η_e)

برای معین کردن میزان تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی نورانی نسبت به صد در صد یک لامپ ایده‌آل از ضریب بهره الکتریکی استفاده می‌شود. در این تعریف ضریب بهره نوری لامپ ایده‌آل ۶۸۰ لومن بر وات در نظر گرفته می‌شود.

$$\eta_e = \frac{\phi / 680}{w} \times 100 = \frac{\phi \times 100}{680 \times w} = \frac{\phi}{6.8 w}$$

ضریب بهره نوری و الکتریکی لامپهای متداول

نوع لامپ	ضریب بهره نوری (lm/w)	ضریب بهره الکتریکی (l.)
رشته‌ای التهای	۱۴-۱۶	۲/۰۶-۲/۳۵
هالوژنه	۲۸-۳۰	۴/۱۲-۴/۴۱
فلورسنت	۶۰	۸/۸۲
گازی جیوه‌ای پرفشار	۵۵-۶۵	۸/۰۹-۹/۵۵
گازی سدیمی پرفشار	۹۰-۱۱۰	۱۳/۲۴-۱۶/۱۸

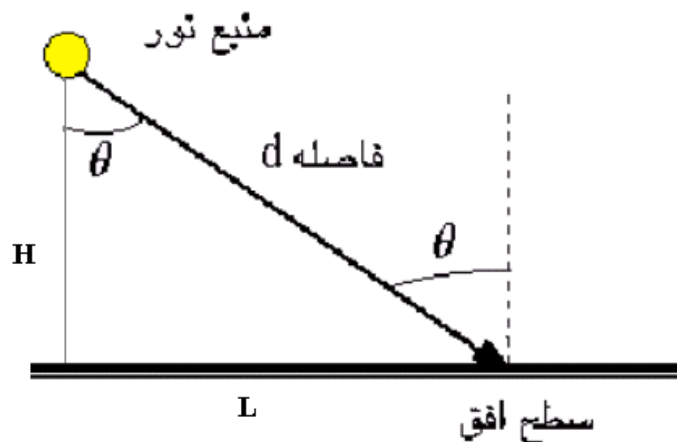
قوانین تابش نور :

۱- در صورتی که منابع روشنایی محدود نشده باشند می‌توانند در تمام جهات تابش داشته باشند و هر ناظر چه از منبع روشنایی دورتر باشد شدت روشنایی کاهش پیدا می‌کند. در ارتباط با تغییرات شدت روشنایی به نسبت فاصله ، قانون عکس مجذور فاصله صادق می‌باشد. رابطه زیر برای هر فاصله r از منبع نقطه ای صادق است:

$$E = \frac{I}{r^2} \qquad E_2 = \frac{E_1}{r^2}$$

قوانین تابش نور :

۲- در صورتی که تابش روشنایی روی سطوح افقی در نقاطی مد نظر باشد که تابش با زاویه نسبت به خط عمود بر سطح انجام گردد، در این صورت شدت روشنایی در هر نقطه روی سطح افق تابع شدت نور منبع، فاصله مؤثر منبع تا نقطه مورد نظر و کسینوس زاویه تابش نسبت به خط عمود بر سطح خواهد بود:



$$E = \frac{I}{d^2} \cos \theta$$

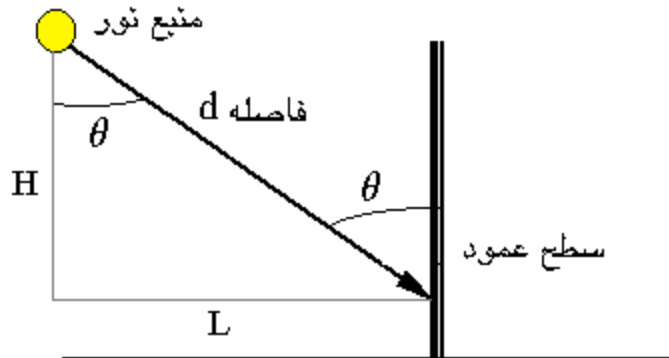
$$E = \frac{I}{H^2} \cos^3 \theta$$

$$\cos \theta = \frac{H}{d} \quad \theta = \arccos \frac{H}{d}$$

$$d = \frac{H}{\cos \theta}$$

قوانین تابش نور :

3- اگر تابش روشنایی روی سطوح قائم در نقاطی مد نظر باشد که تابش با زاویه نسبت به خط عمود بر سطح انجام گردد، در این صورت شدت روشنایی در هر نقطه روی سطح افق تابع شدت نور منبع، فاصله مؤثر منبع تا نقطه مورد نظر و سینوس زاویه تابش نسبت به سطح قائم خواهد بود.



$$E = \frac{I}{d^2} \sin \theta$$

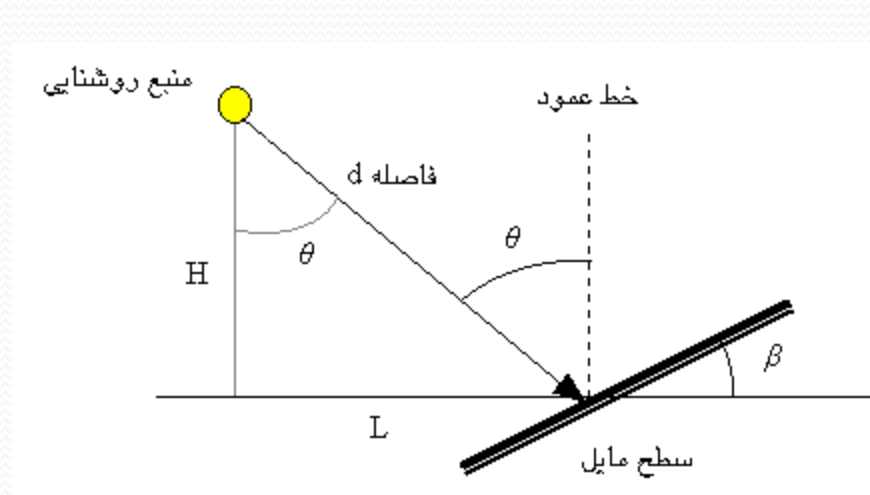
$$\sin \theta = \frac{L}{d}$$

$$d = \frac{L}{\sin \theta}$$

$$\theta = \arcsin \frac{L}{d}$$

قوانین تابش نور :

4- تابش نور از یک منبع نقطه‌ای روی یک سطح شیب‌دار، ترکیبی از دو حالت قبل است. در این حالت شدت روشنایی روی این سطح وابسته به زاویه تابش θ و زاویه شیب سطح نسبت به خط افق β دارد.



$$\theta = \arccos \frac{H}{d}$$

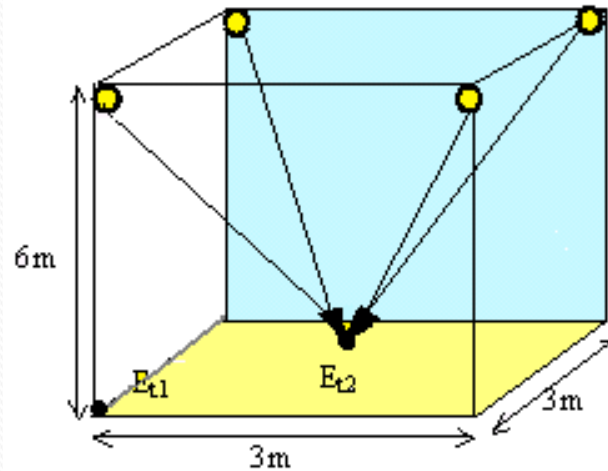
$$d = \frac{H}{\cos \theta}$$

$$E = \frac{I}{d^2} \cos(\theta - \beta)$$

$$\cos \theta = \frac{H}{d}$$

قوانین تابش نور :

5- در محیط‌هایی که بیش از یک منبع روشنایی دارند، شدت روشنایی روی سطوح در هر نقطه بدون در نظر گرفتن بازتابش سطوح، حاصل جمع شدت روشنایی نسبی حاصل از هر منبع نوری خواهد بود:



Illuminance and luminance

Illuminance (symbol E) is the term given to the quantity of luminous flux falling on unit area of a surface. It is measured in lux, which is equivalent to lumens per square metre. Luminance (symbol L) is the luminous intensity emitted by a light source per unit area. It is measured in candela per square metre.

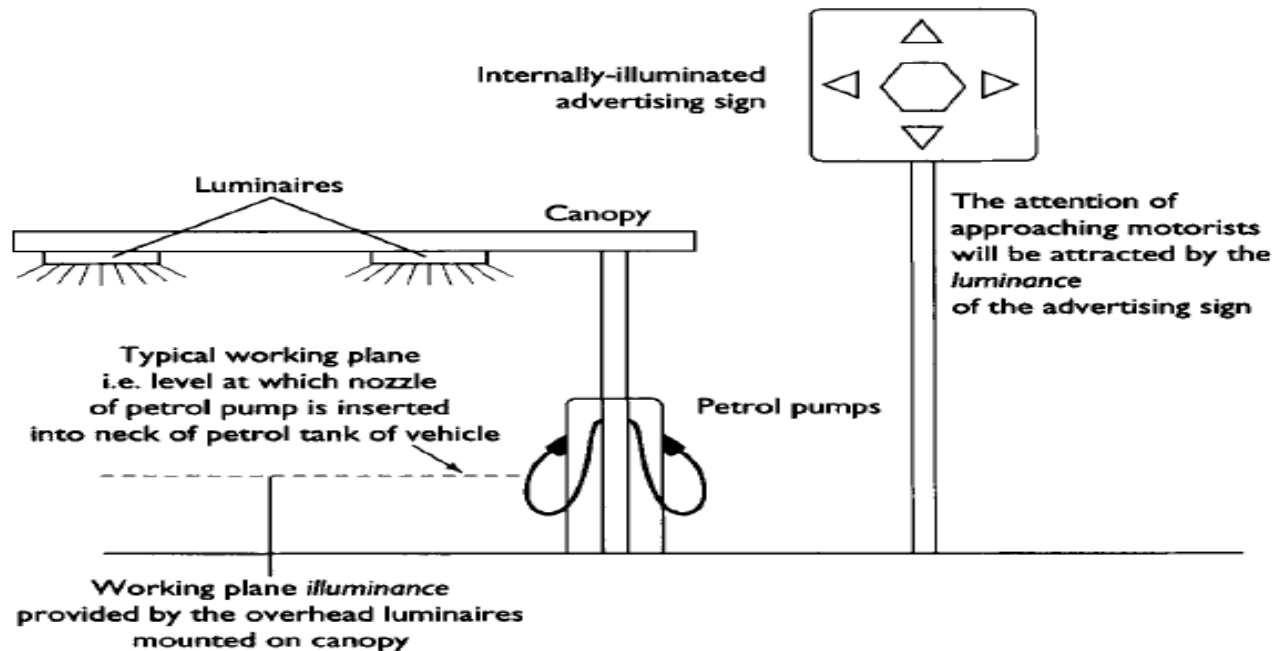


Figure 2.4 Petrol station forecourt.

Relationship between luminous intensity and luminous flux

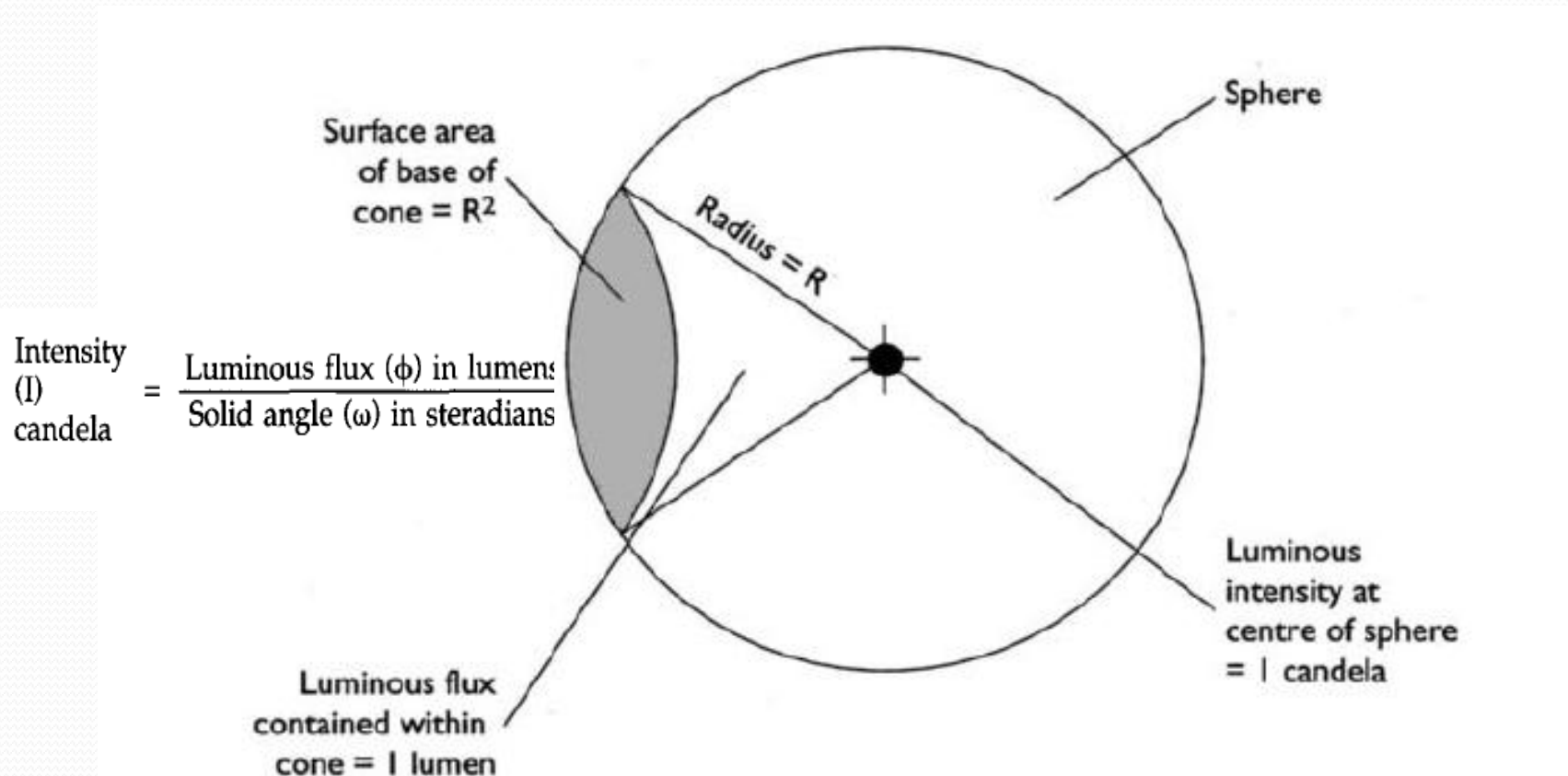


Figure 3.5 Relationship between luminous intensity and luminous flux. When radius of cone = R and surface area of base of cone = R^2 , the three dimensional angle contained is termed a solid angle or a steradian. There are 4π steradians in a sphere.

Work example

Consider Figure 3.6, *which refers to a beacon whose light source is emitting a beam of light in the direction shown*. The light source in the beacon is a **2 kW tungsten filament lamp**. The **luminous efficacy of the lamp is 18 lumens per watt**. If the **efficiency of the luminaire optical system is 55 per cent** and the **solid angle of the beam of the beacon is 0.5 steradian**, the intensity of the beam can be calculated from:

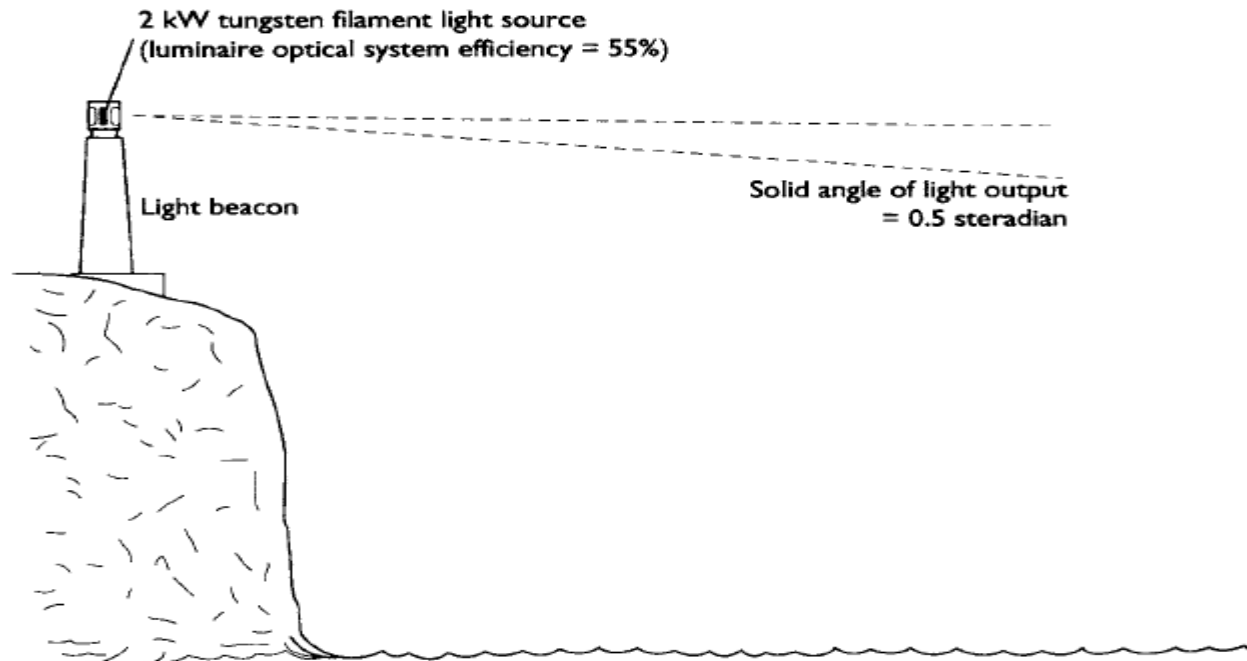


Figure 3.6 Light beacon.

Physiology and characteristics of vision

- Structure of the human eye

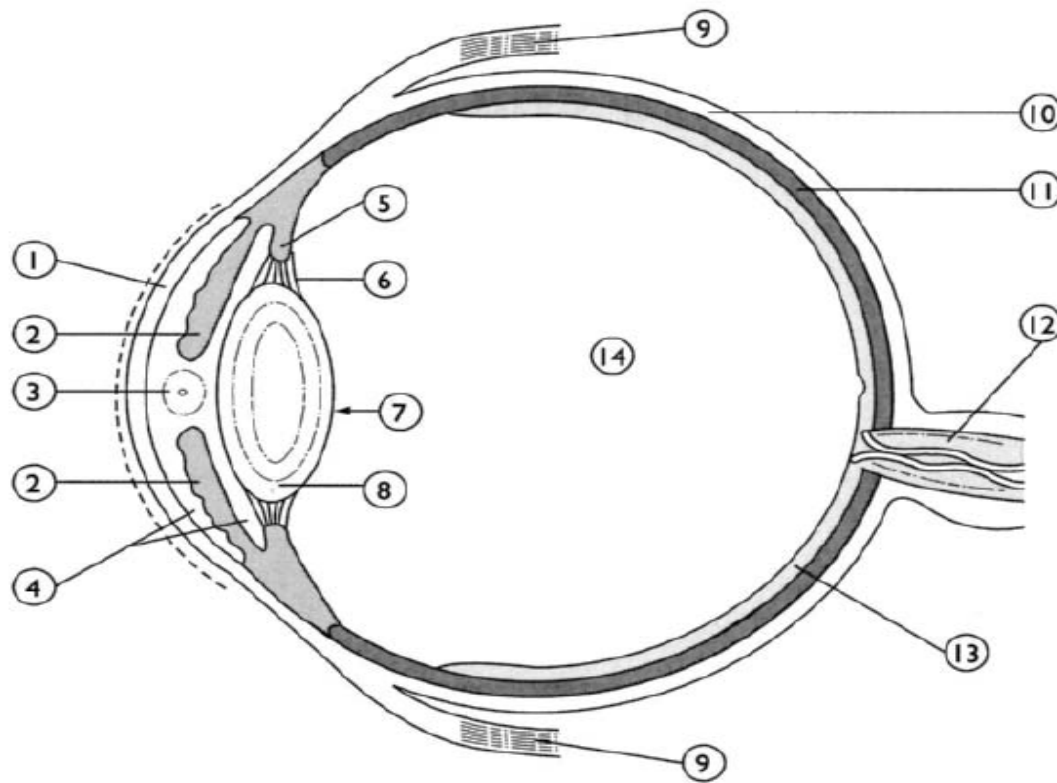


Figure 4.1 Cross-section through human eye. 1 Cornea; 2 Iris; 3 Pupil; 4 Anterior chamber containing aqueous humour; 5 Ciliary muscle; 6 Suspensory ligament; 7 Lens capsule; 8 Crystalline lens; 9 Rectus muscle (in sclera); 10 Sclera; 11 Choroid; 12 Optic nerve; 13 Retina; 14 Vitreous cavity containing vitreous humour.

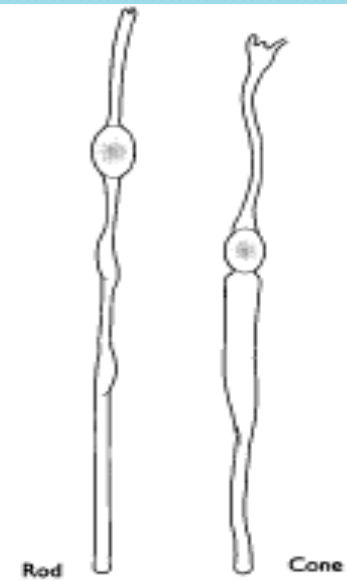


Figure 4.2 Structure of rods and cones.

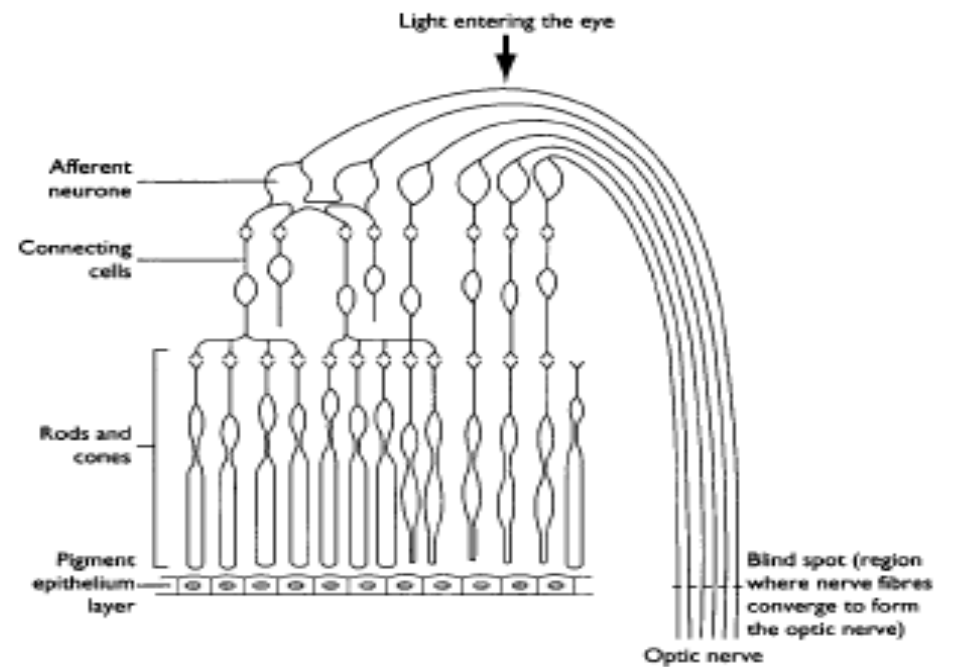


Figure 4.3 Schematic arrangement of difference in discrimination of rods and cones.

Formation of images on the retina

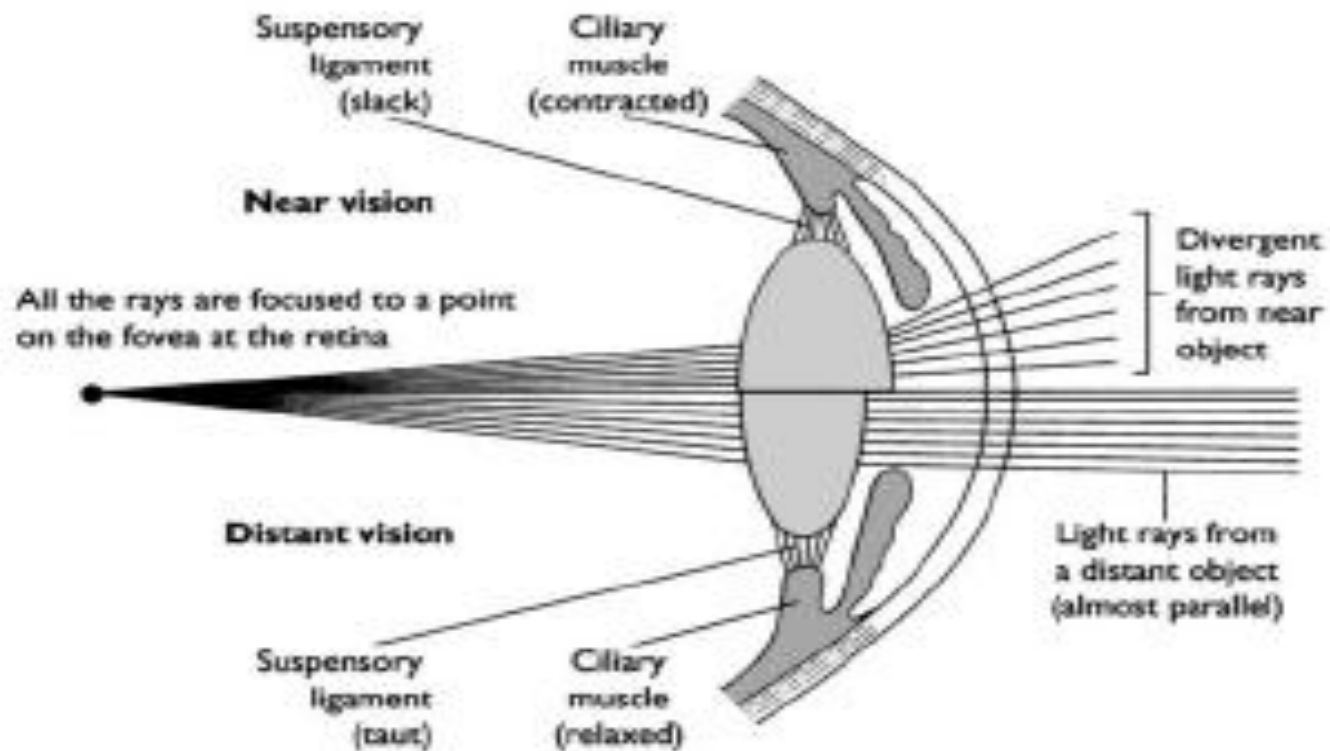


Figure 4.4 Cross-section of lens in near and distant vision.

Blind spot

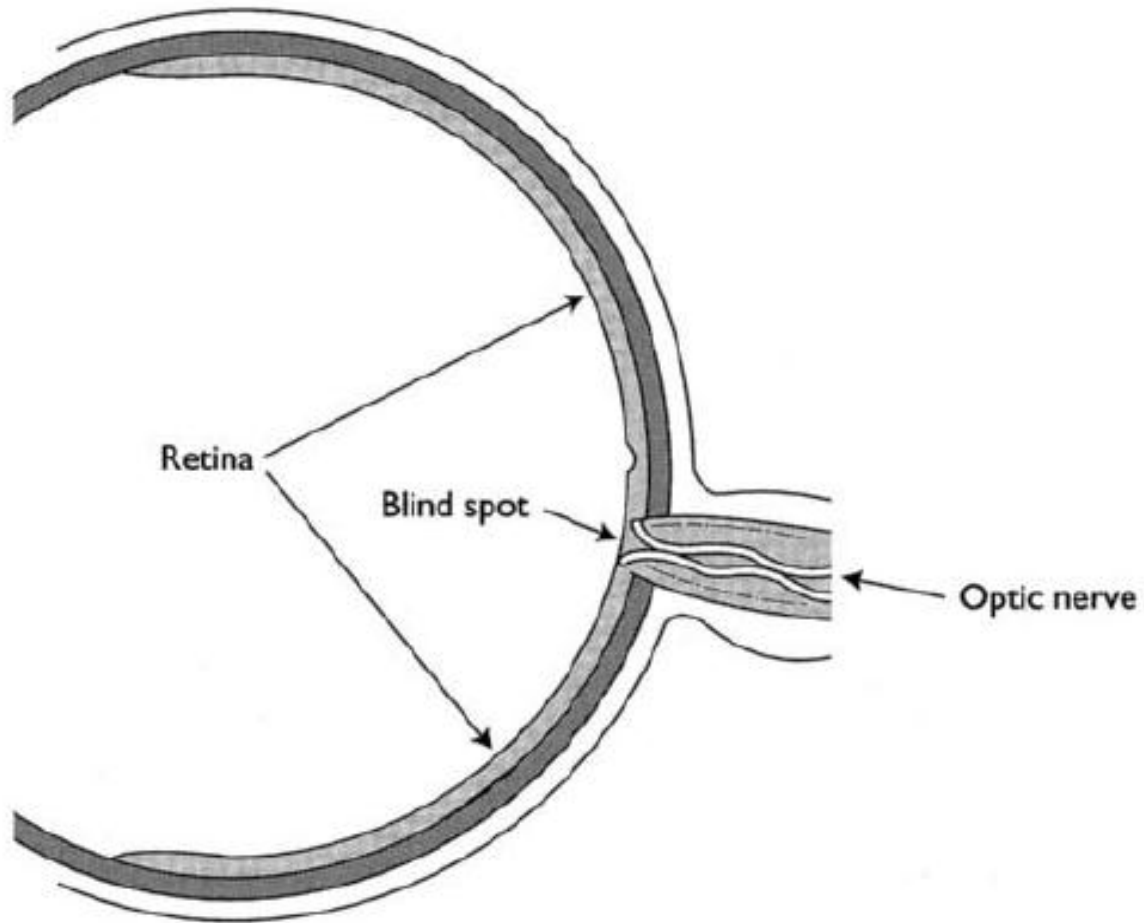


Figure 4.5 Blind spot.

Visual pathway

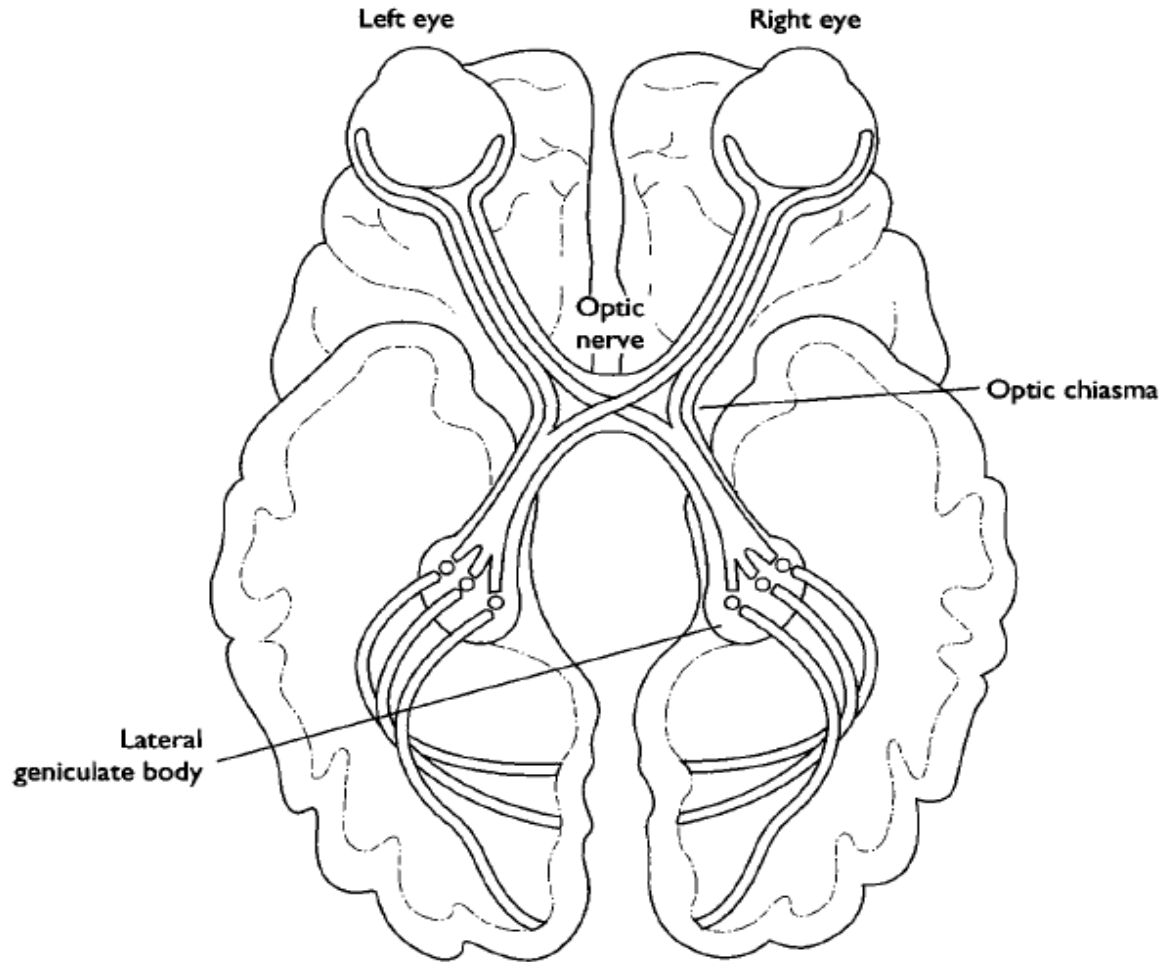


Figure 4.8 Visual pathway: horizontal section through brain.

Photopic and scotopic vision

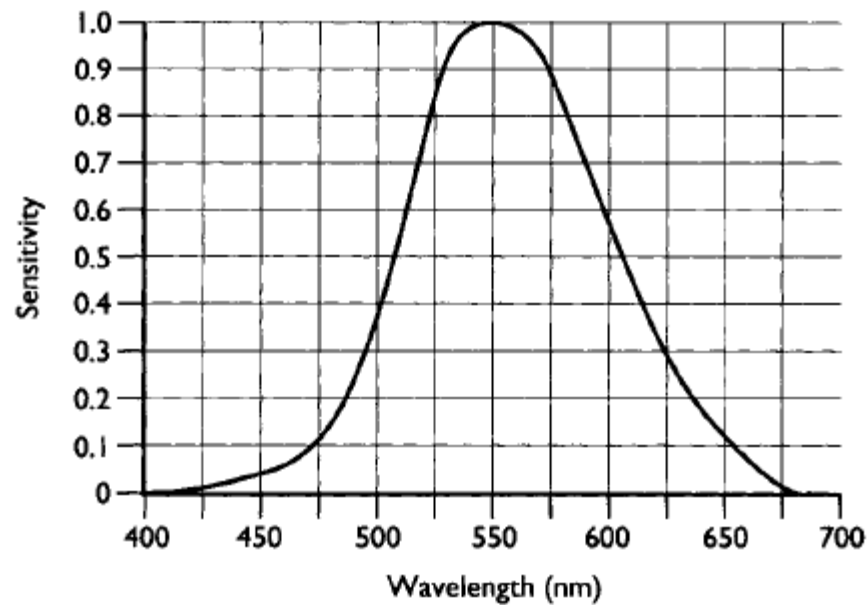


Figure 4.11 Spectral luminous efficiency of the light-adapted eye (V_λ).

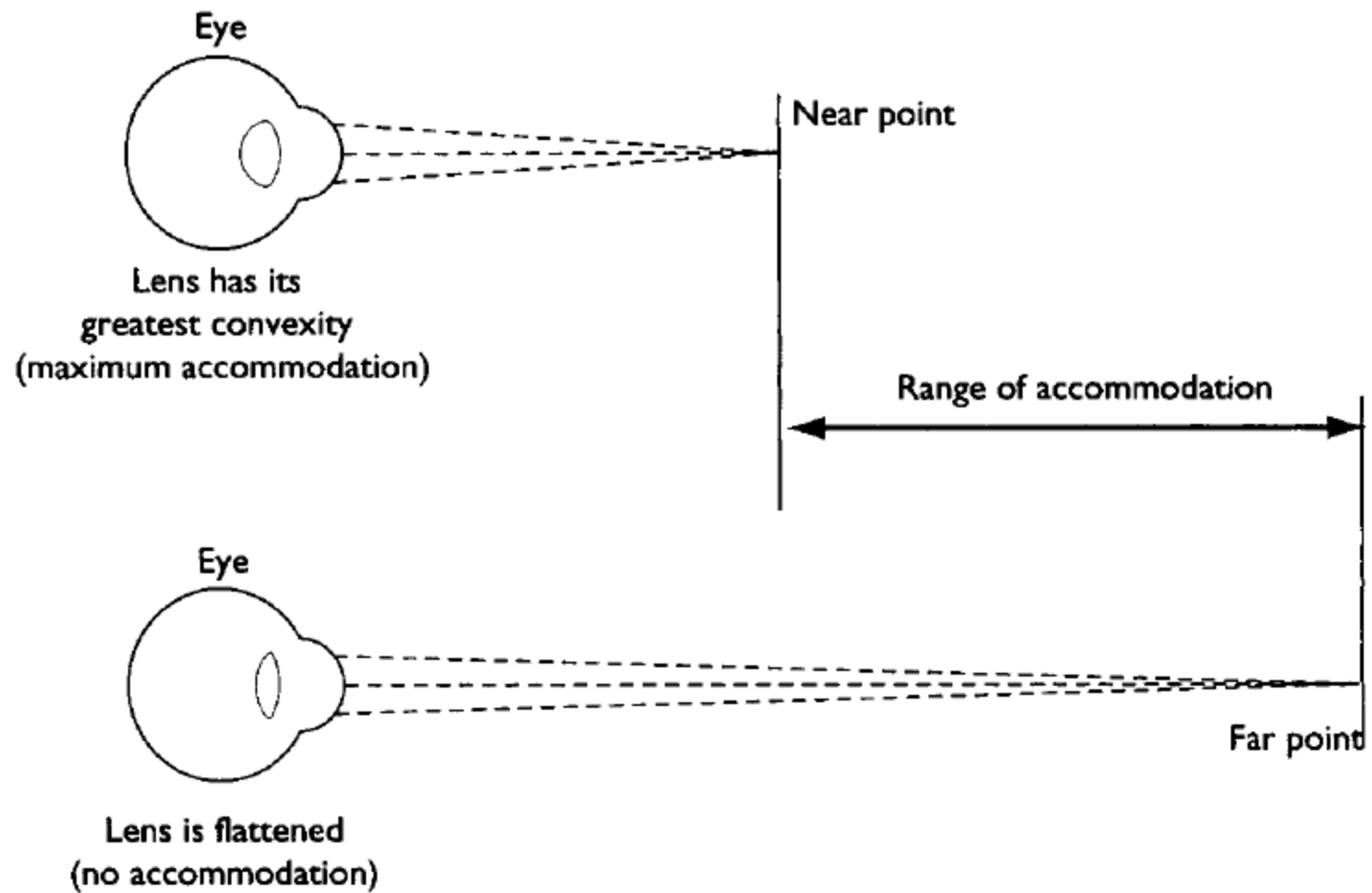


Figure 4.12 Range of accommodation.

مدت زمان تطابق

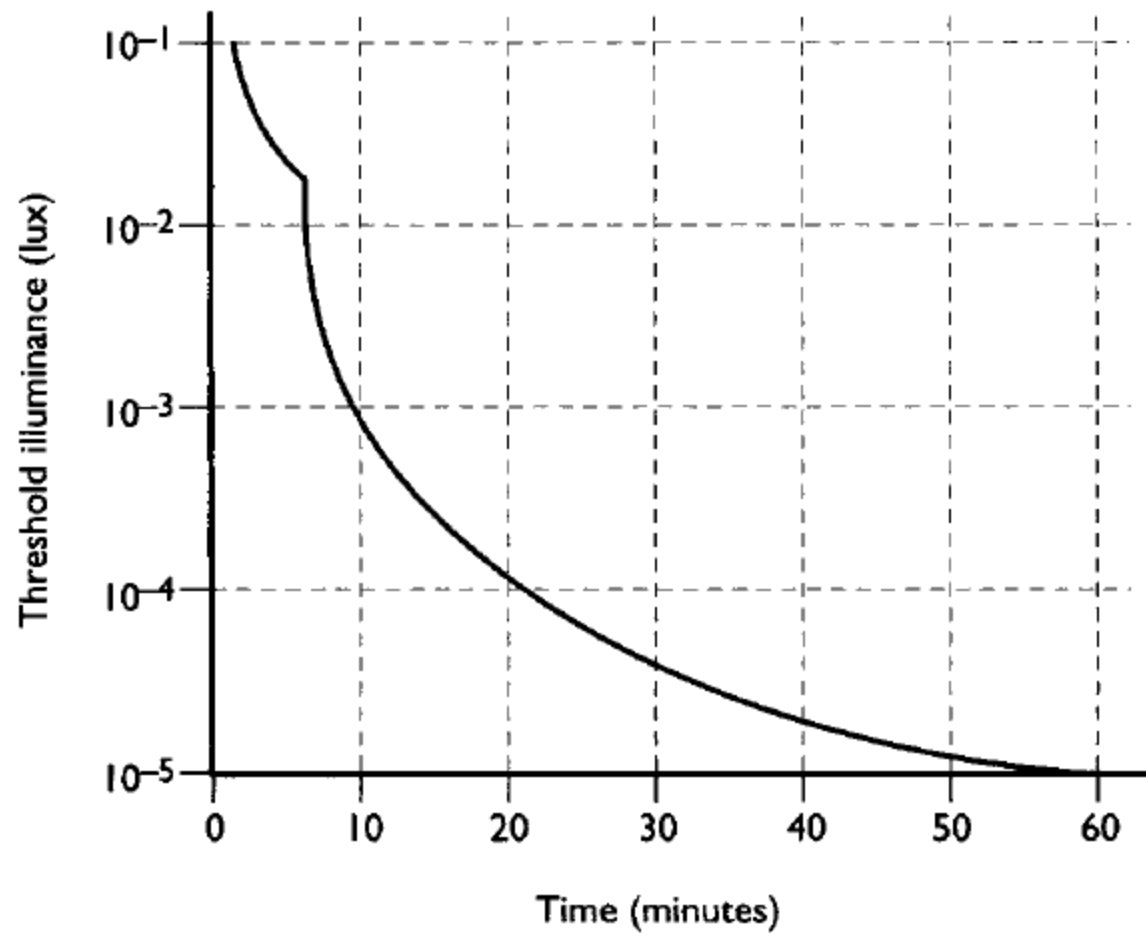
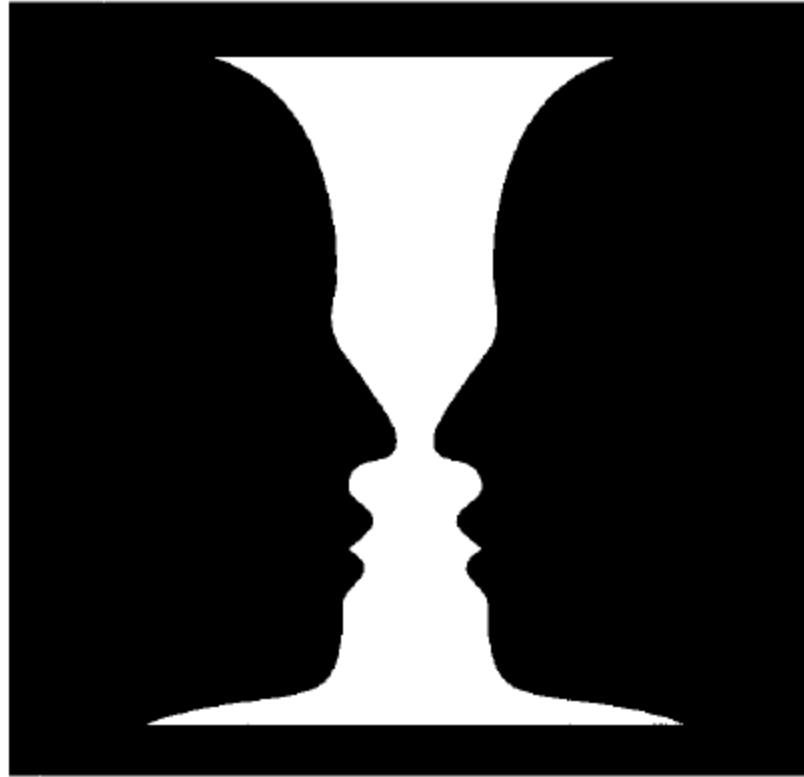


Figure 4.15 Dark adaptation process.

درك دیداري



Perception by sight.

منابع روشنائی :

۱- لامپ های ملتهب

لامپهای رشته ای تنگستن

لامپهای تنگستن هالوژن

لامپهای منعکس کننده نور سرد

۲- لامپ های تخلیه گازی

لامپ های فلورسنت (جیوه ای کم فشار)

لامپهای بخار جیوه پر فشار

لامپهای هالید فلزی

لامپهای سدیم کم فشار

لامپهای سدیم پر فشار

لامپهای القایی

مشخصات لامپها- بهره نوری، طول عمر لامپ، موارد بکارگیری

لامپهای ملتهب

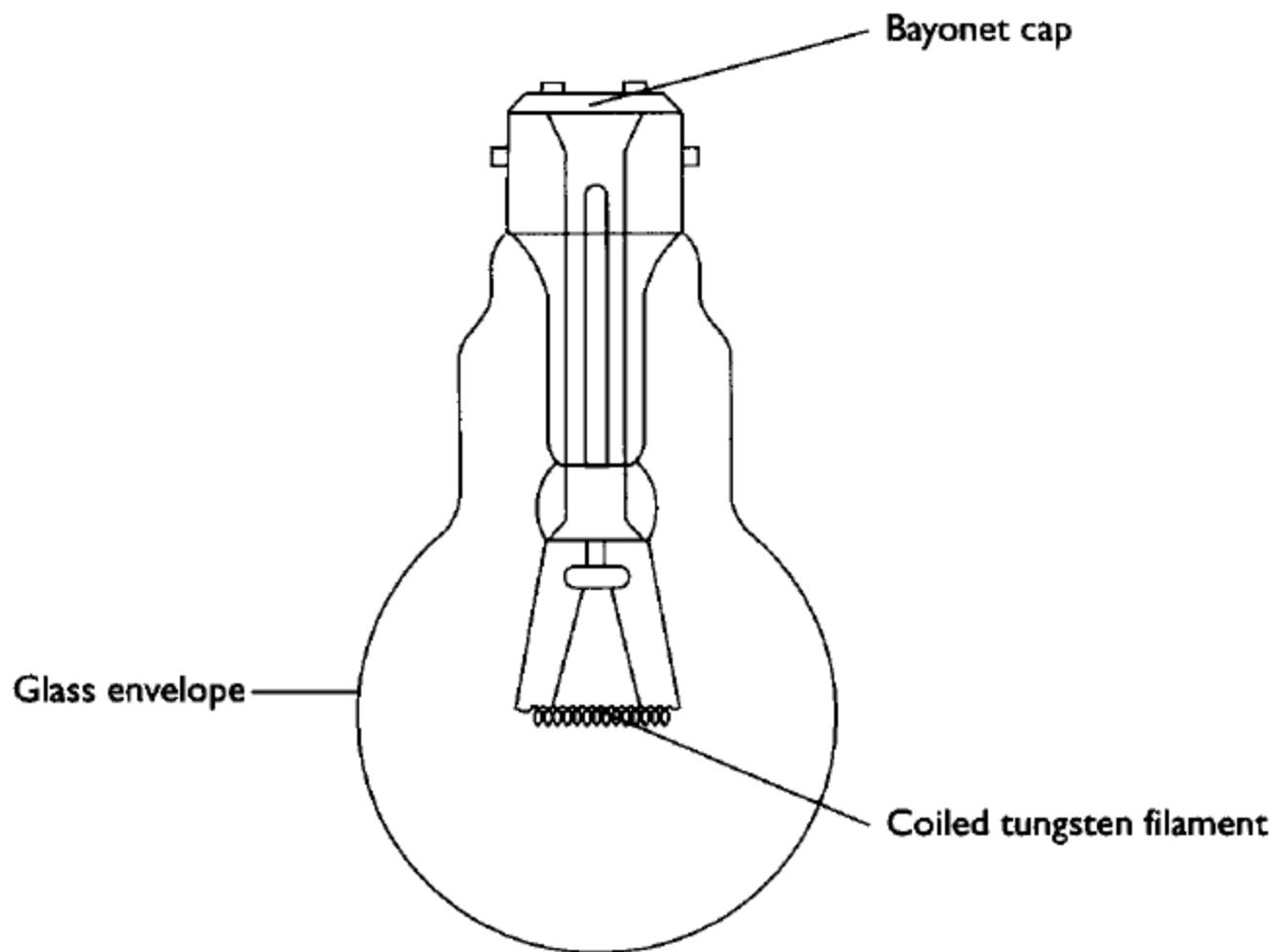


Figure 7.4 General lighting service (GLS) lamp.

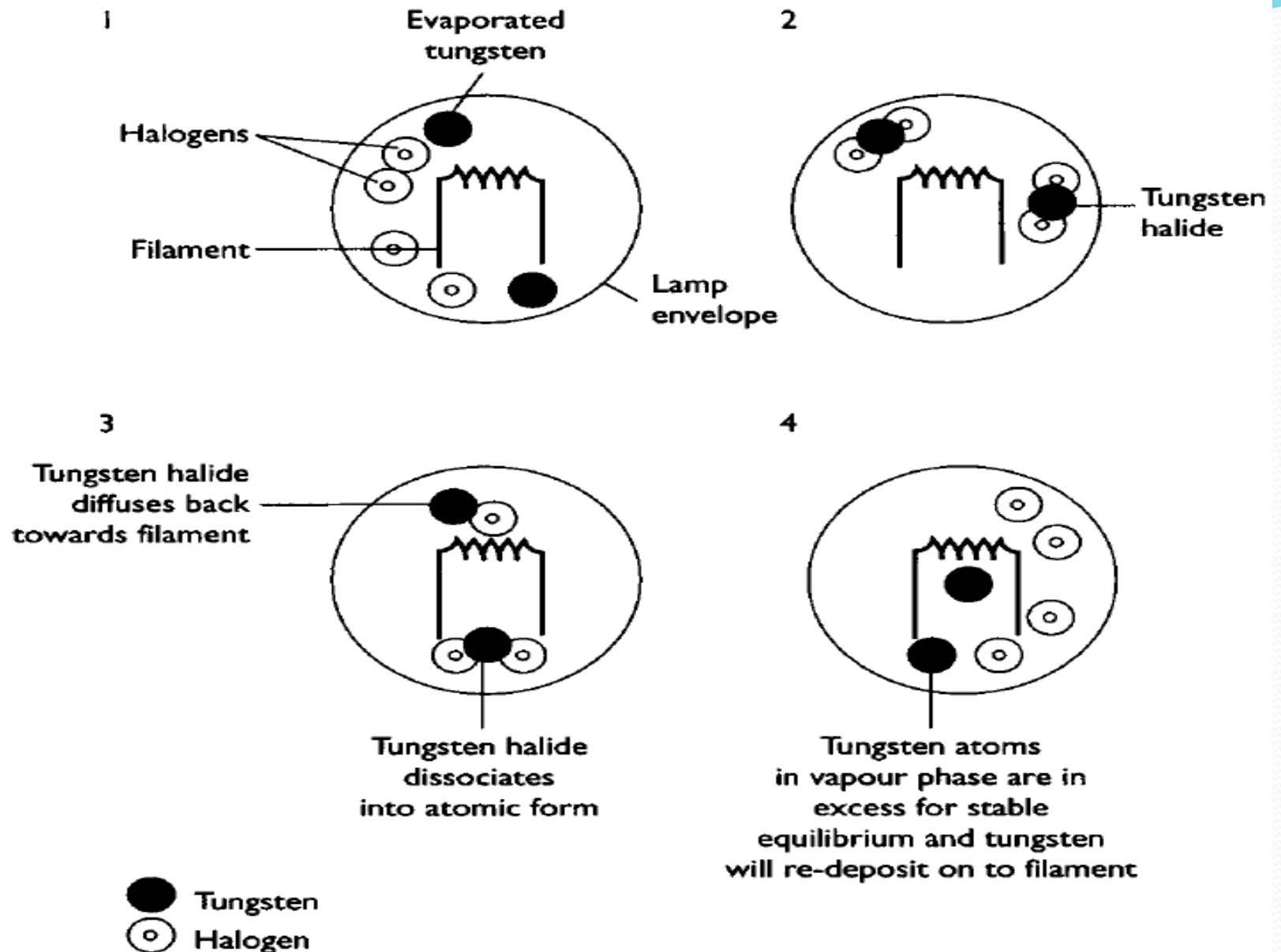


Figure 7.5 Tungsten halogen cycle.

High pressure filling
of argon/nitrogen
and bromine/iodine

Tungsten filament

Quartz tube

Pinch seal

Capsule type



Tungsten filament

Figure 7.6 Tungsten halogen lamps.

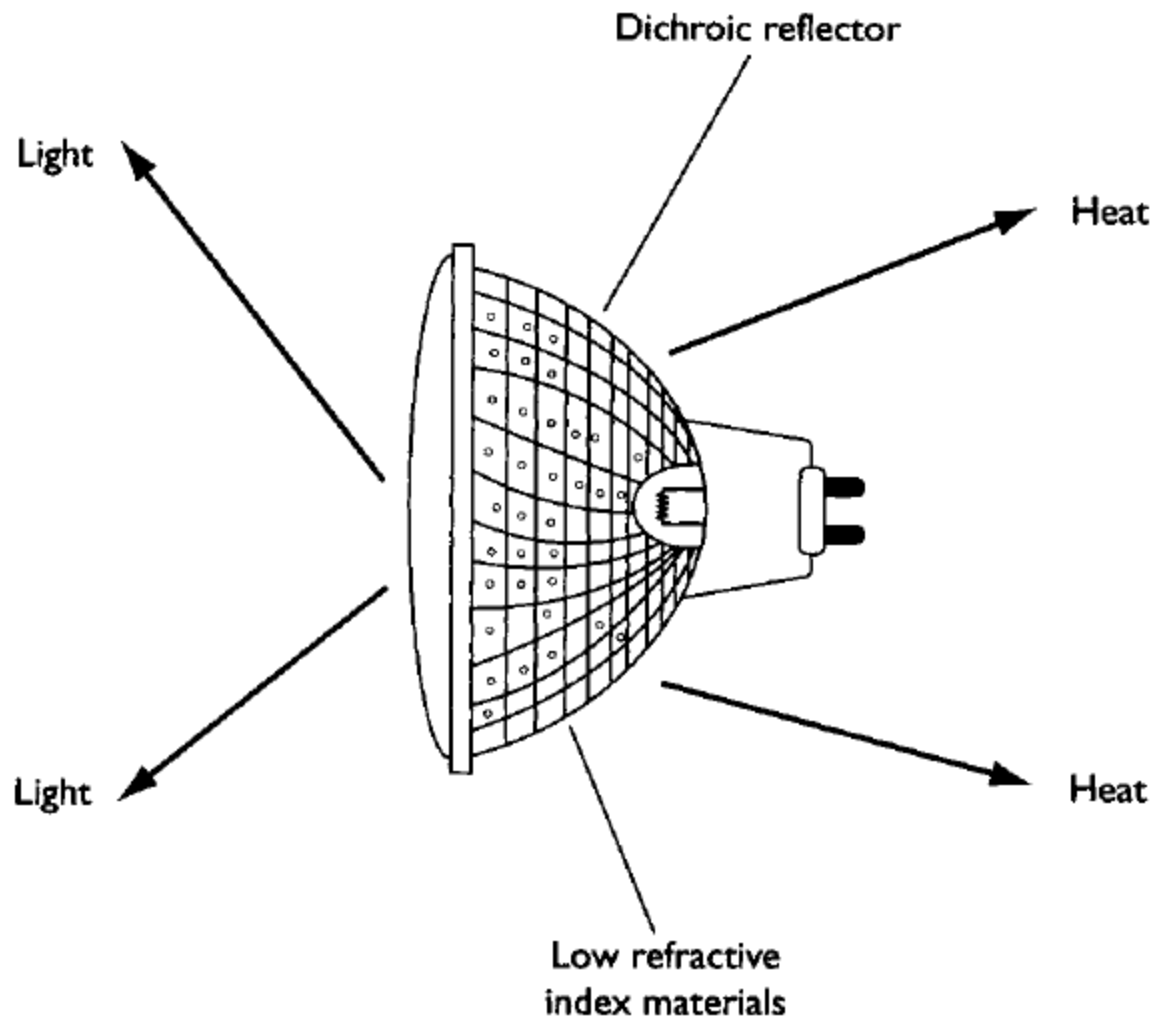


Figure 7.7 Dichroic reflector lamp.

لامپهای تخلیه گازی

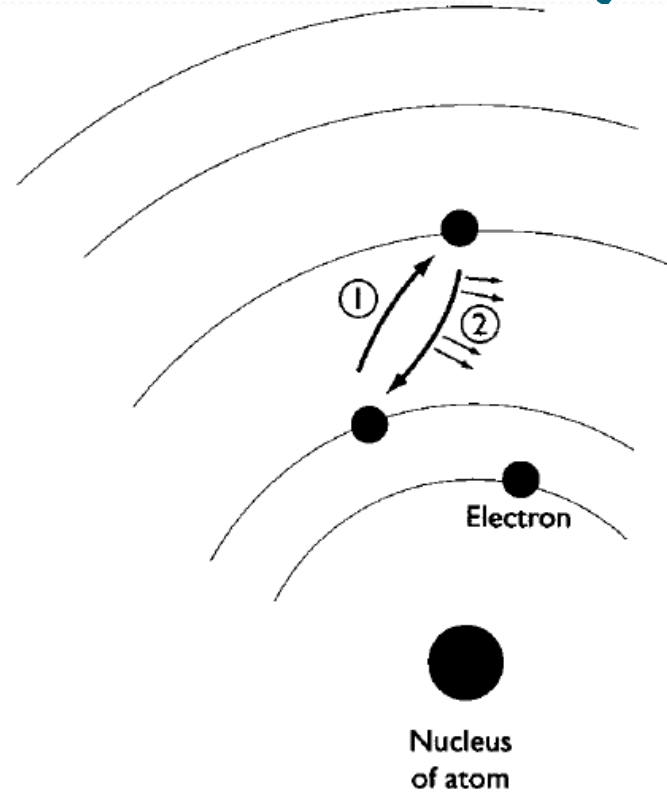


Figure 7.3 Emission of light from gas discharges. ① Application of energy displaces electron to higher energy level orbit; ② Electron remains in higher energy level orbit for typically nanoseconds before returning to its original energy level orbit. In doing so, light is emitted, the wavelength of which depends upon the difference in energy between the two orbits.

مکانیزم کار

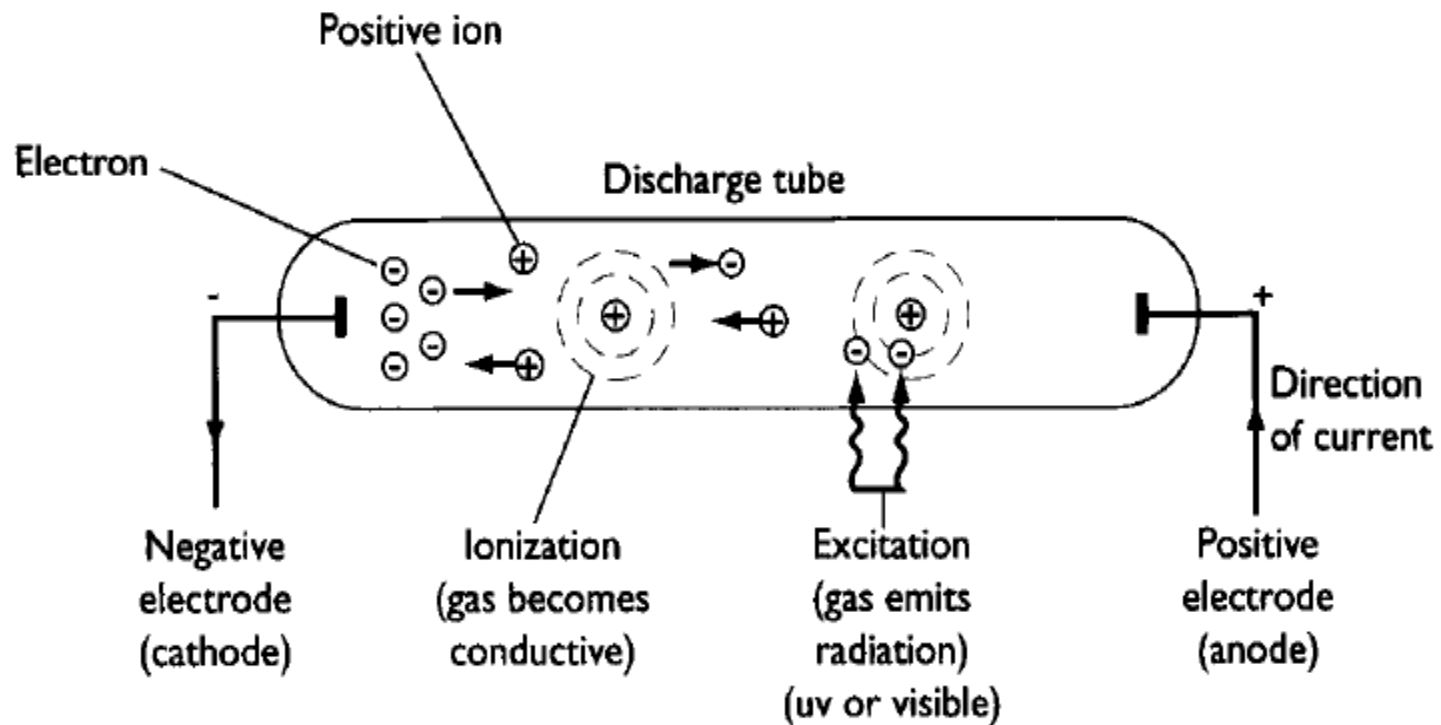


Figure 7.8 Light production in discharge lamp.

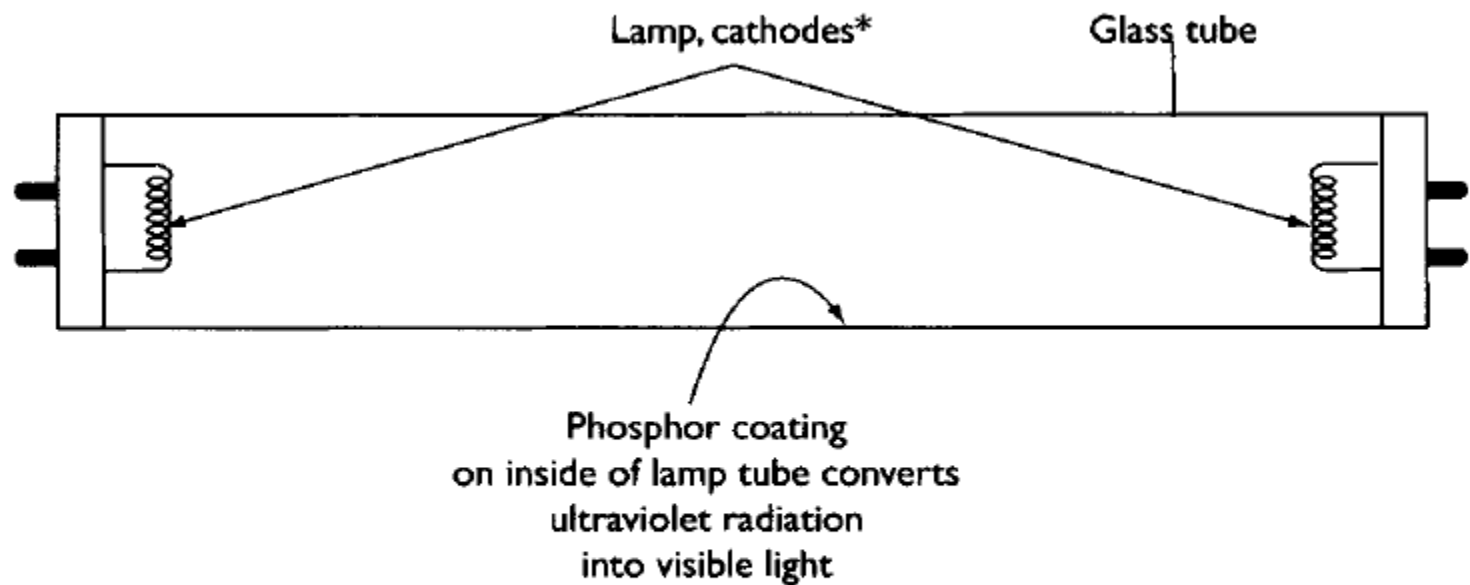
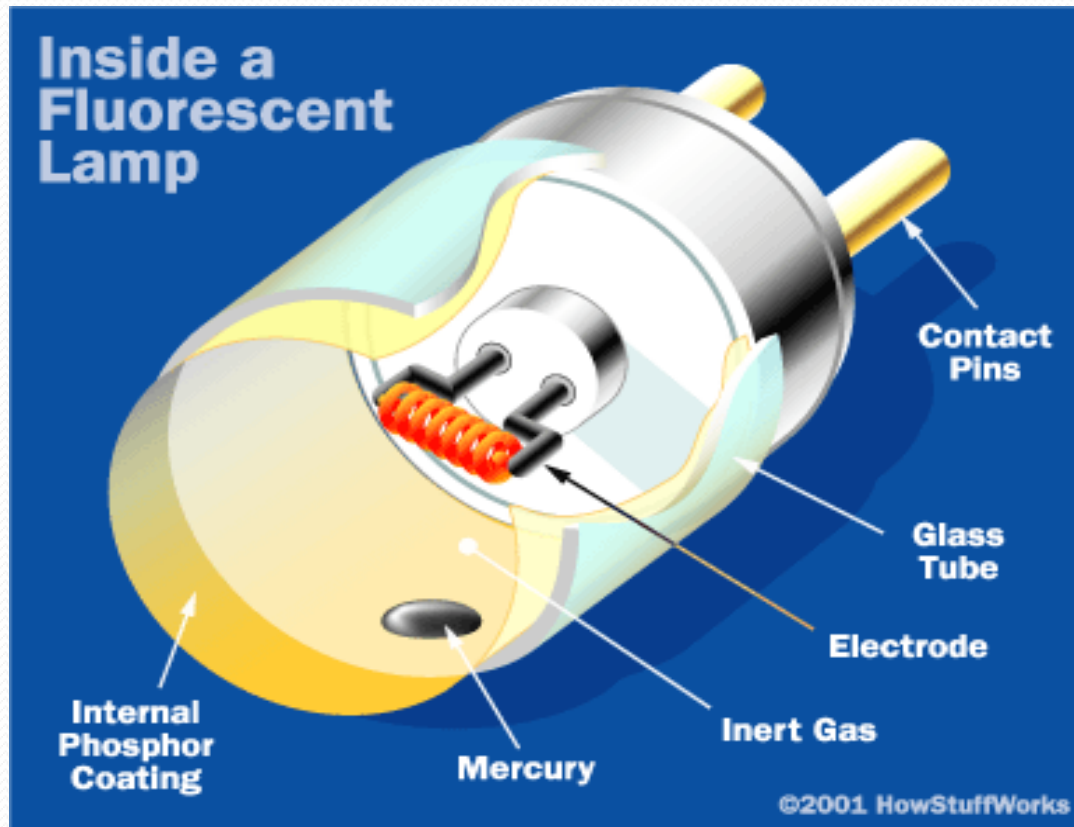


Figure 7.9 Tubular fluorescent lamp. *The term cathodes is often used when referring to both electrodes, even though they take on the roles of anode and cathode alternately.



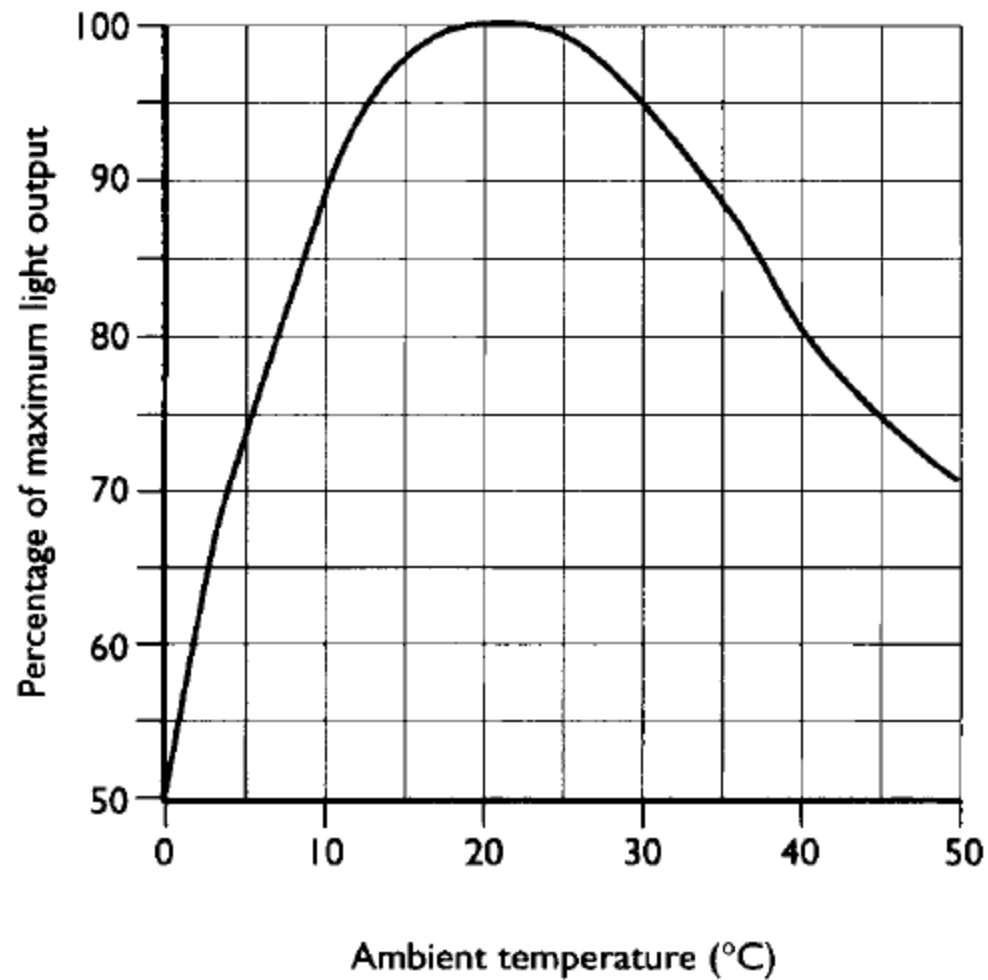


Figure 7.10 Typical effect of ambient temperature on light output of tubular fluorescent lamp.

بخار جیوه پر فشار

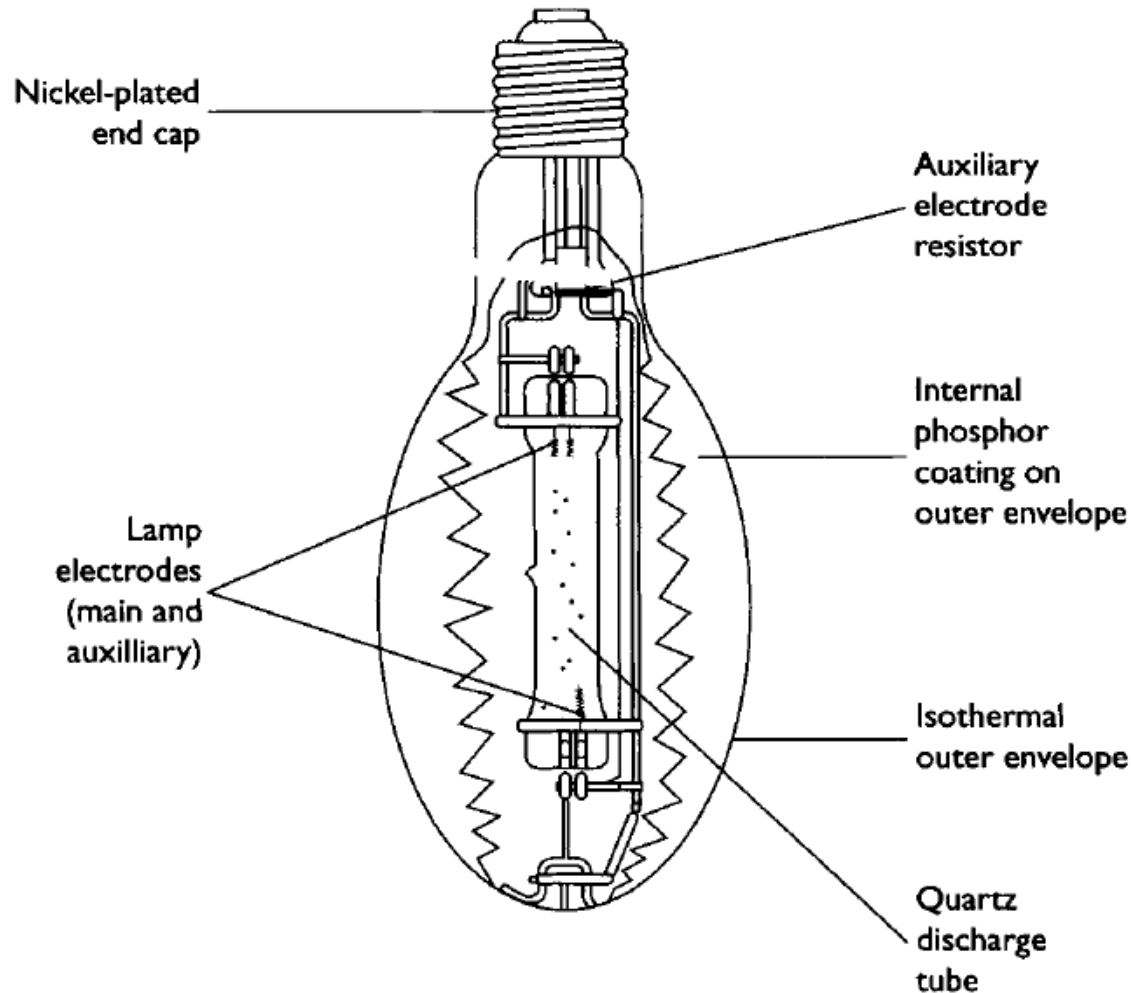


Figure 7.13 High pressure mercury vapour lamp.

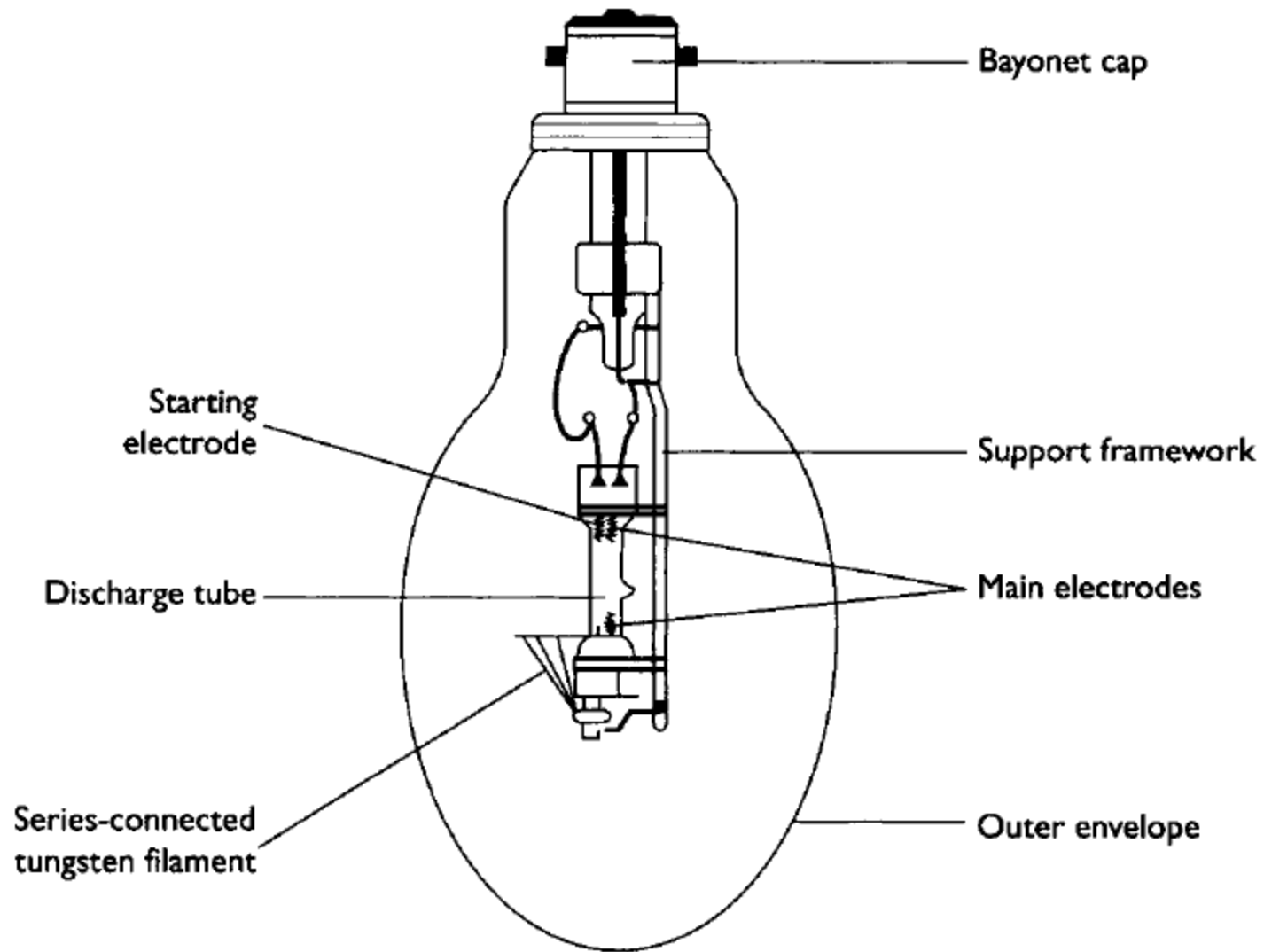


Figure 7.14 Mercury blended lamp.

لامپ متال هالید

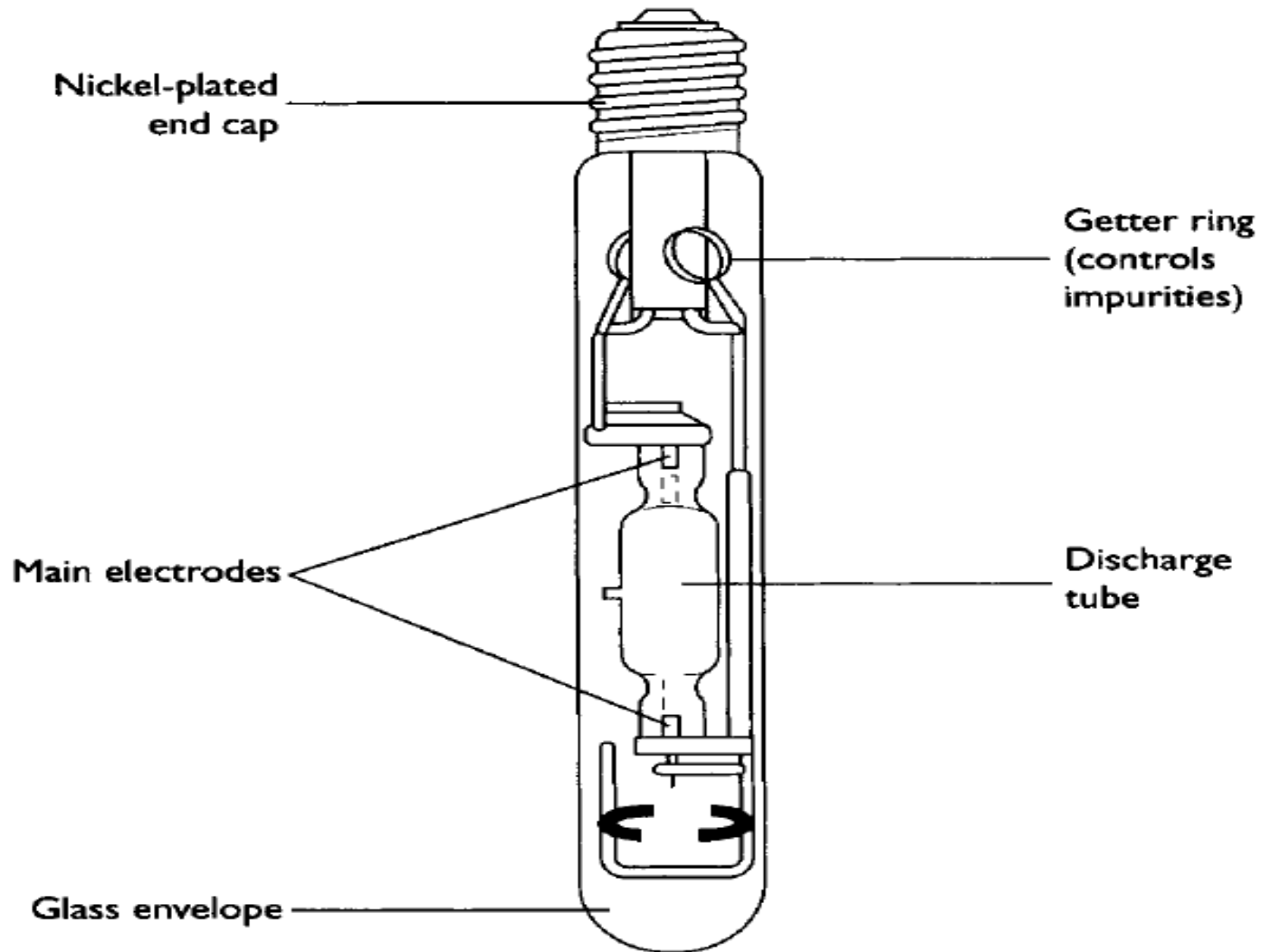


Figure 7.15 Metal halide lamp (tubular).

سدیم کم فشار

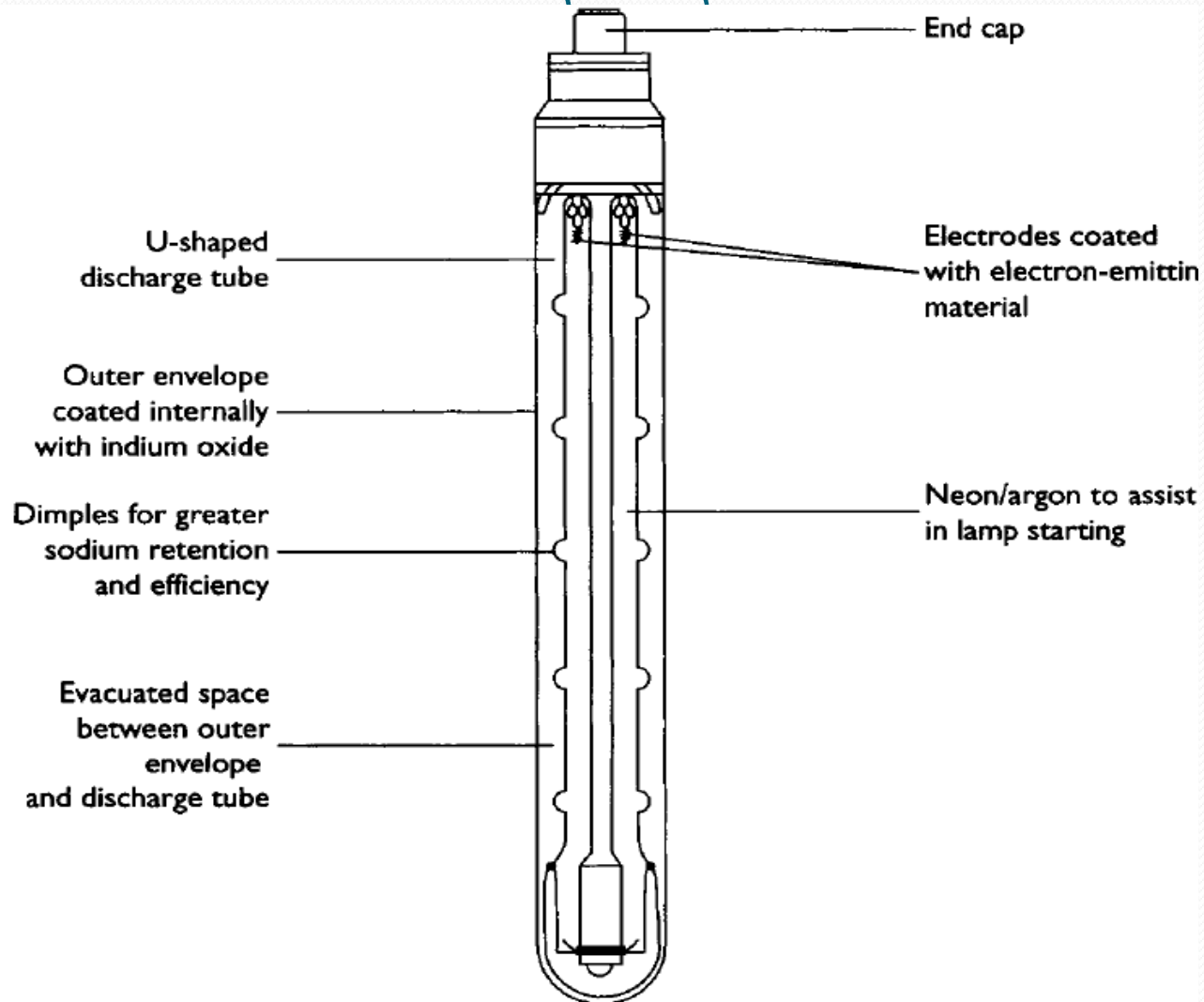


Figure 7.16 Low pressure sodium lamp.

طیف نشر لامپ سدیم کم فشار

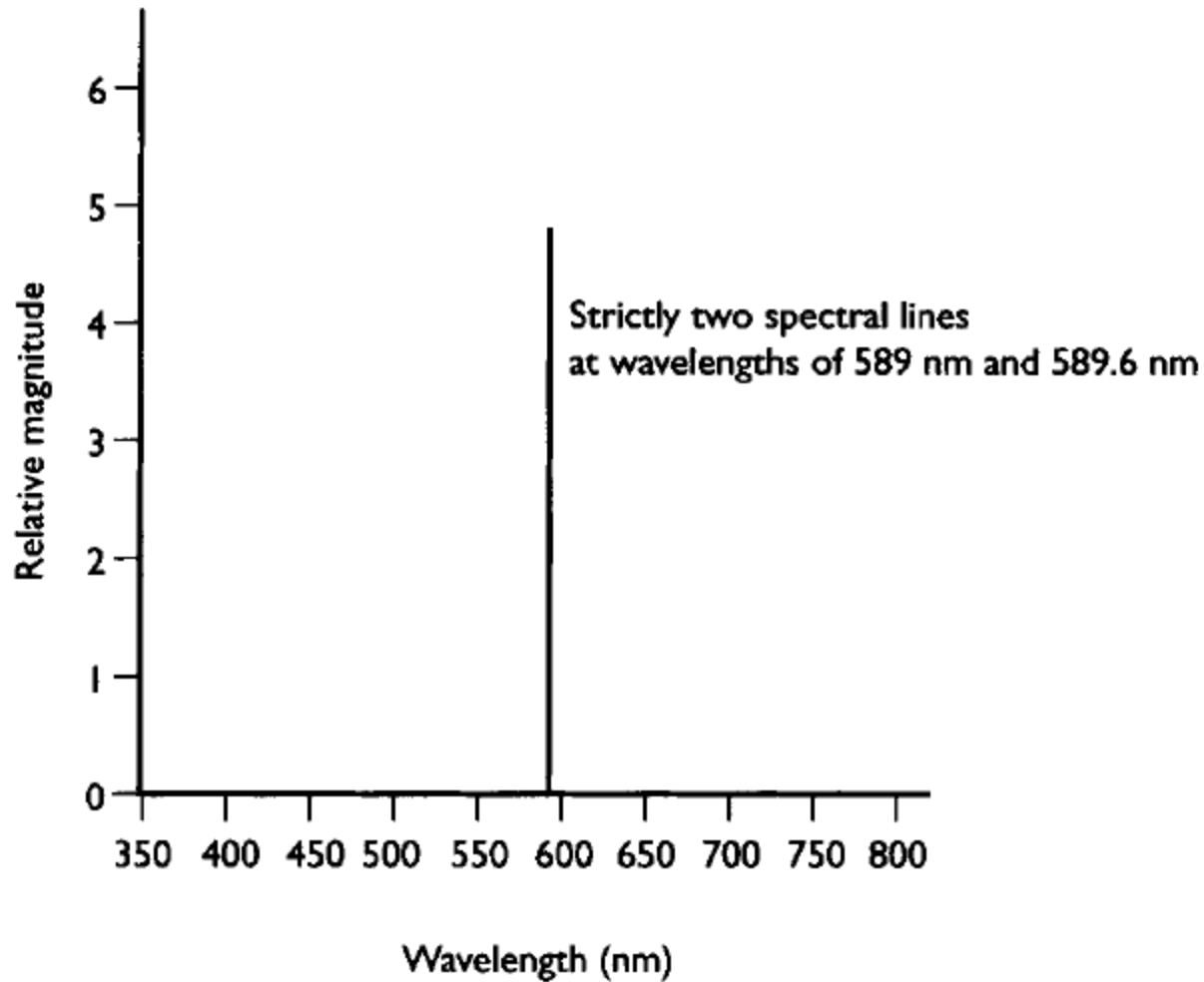


Figure 7.17 Spectral output of low pressure sodium lamp.

سدیم فشار بالا

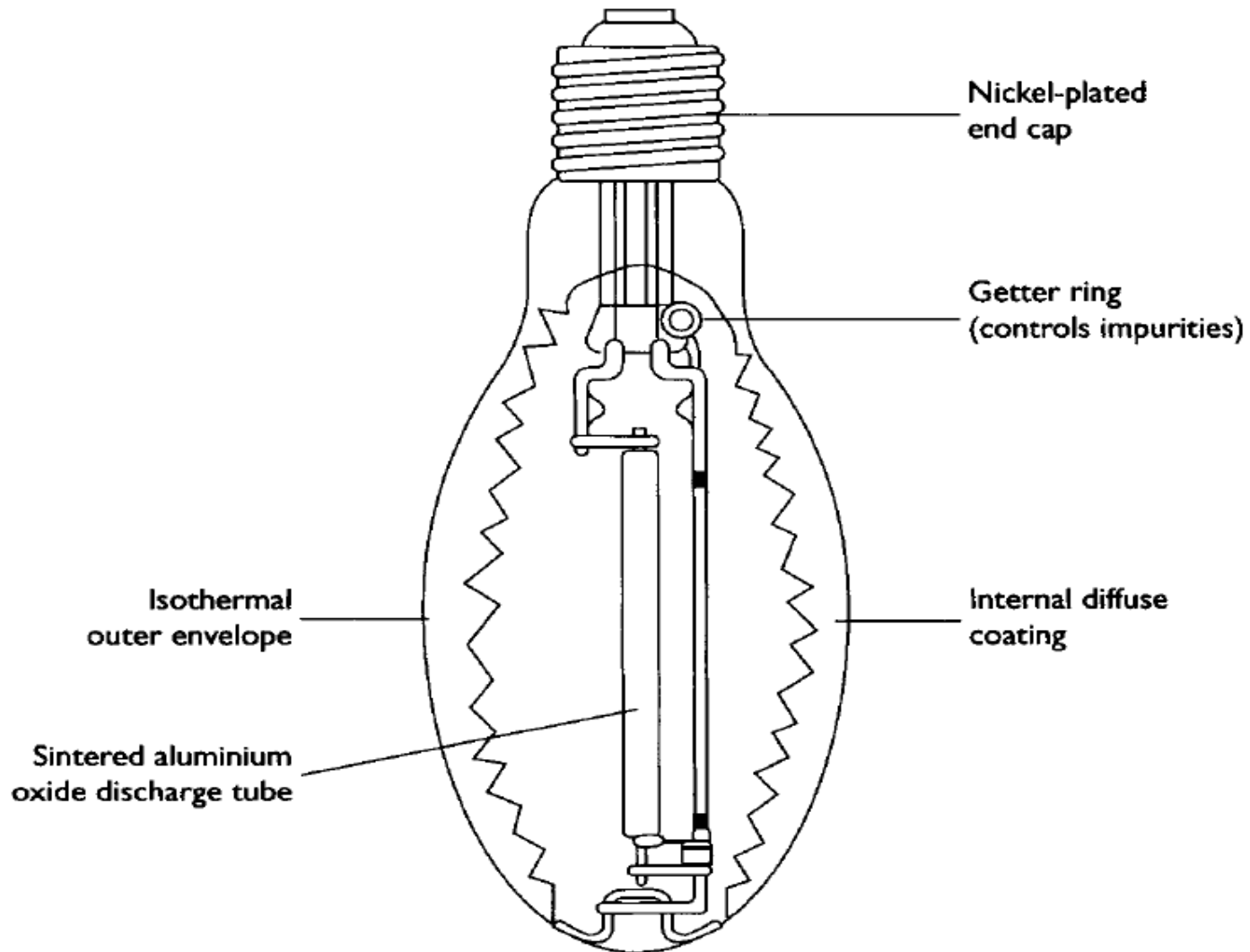


Figure 7.18 High pressure sodium lamp.

لامپهای القایی

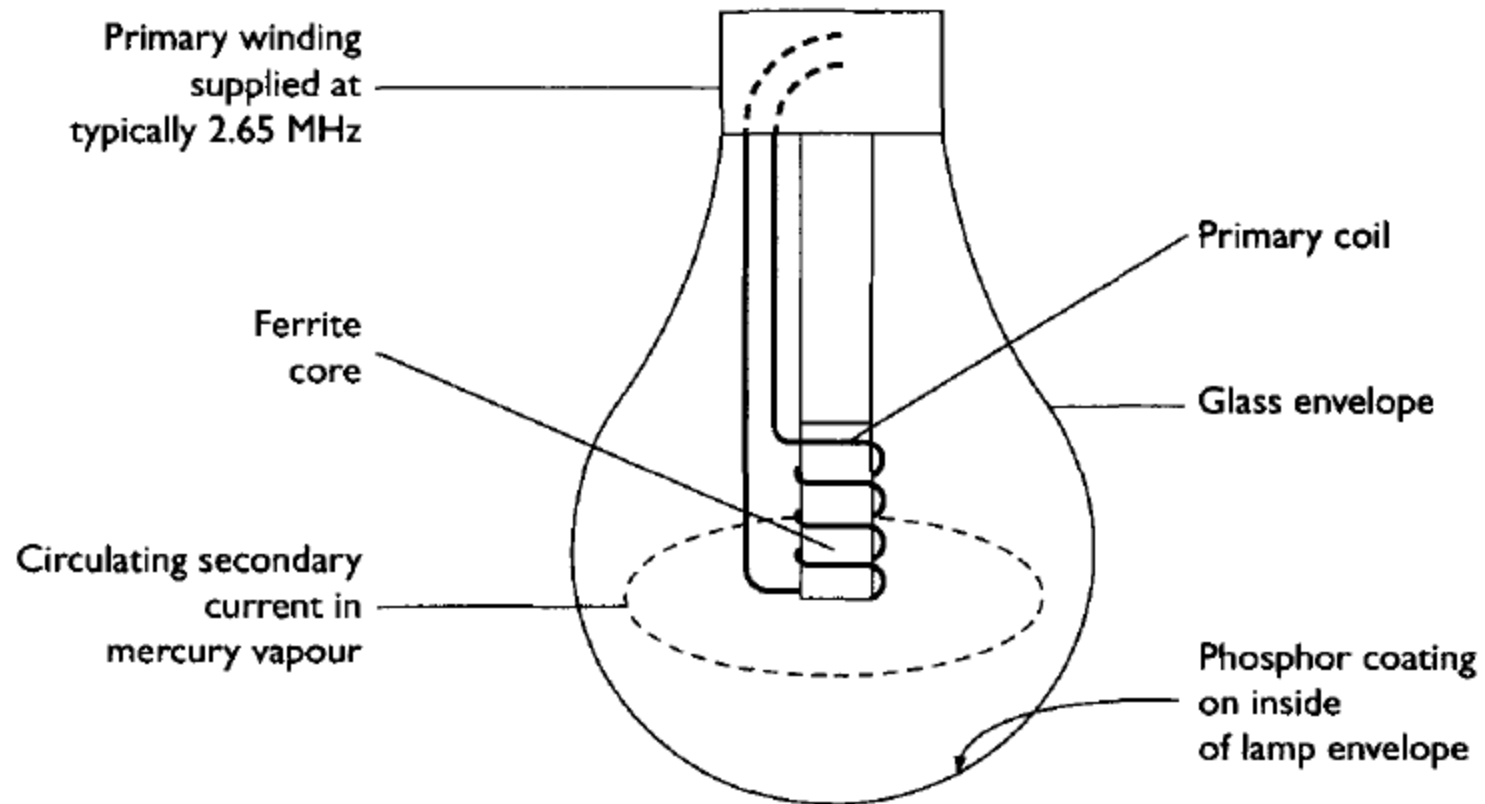


Figure 7.19 Induction lamp.

مشخصات لامپها

Table 7.2 Lamp characteristics

Lamp type	Previous coding	ILCOS coding	Lamp efficacy (lumens per watt)	Quoted lamp life (hours)	Typical applications
Tungsten filament	GLS	I	10 to 18	1000 to 2000	Domestic
Tungsten halogen	TH	HS	15 to 25	2000 to 4000	Projector, car headlamps, display, stage lighting, traffic signals
High pressure mercury	MBF	QE	30 to 60	14 000 to 25 000	Car parks, older road lighting installations
Low pressure mercury (fluorescent)	MCF	FD (tubular)	65 to 95	6000 to 15 000	Offices, hotels
		FS (compact)	65 to 95	8000 to 10 000	restaurants, domestic
Metal halide	MBI	M	65 to 85	6000 to 13 000	Sports floodlighting, commercial interiors
Low pressure sodium	SOX	LS	70 to 150	11 000 to 22 000	Car parks, road lighting
High pressure sodium	SON	S	55 to 120	12 000 to 26 000	Road lighting, car parks, civic areas
Induction		XF	70 to 80	60 000	Domestic, commercial, industrial

روشنایي مصنوعي

محاسبه روشنایی مورد نیاز کارگاه

$$\phi = \frac{E_{ave} \times L \times W}{CU \times TLLF}$$

TLLF = Total light loss factor = ضریب کل کاهش نور
CU = coefficient utility = ضریب بهره

۱- نسبت ناحیه اتاق RCR برای اتاق یا سالن مستطیل شکل به طول L ، عرض W و ارتفاع چراغها تا میز کار h_{rc} برابر است با:

$$RCR = 2.5 \frac{2(L \times hrc + W \times hrc)}{LW} = 5hrc \frac{L + W}{L \times W}$$

3- نسبت ناحیه سقف (CCR) برابر است با:

CCR= Ceiling Cavity Ratio

$$CCR = 5hcc \frac{L + W}{L \times W}$$

➤ 4- نسبت ناحیه کف (FCR) برابر است با

Floor Cavity Ratio

$$FCR = 5h_{fc} \frac{L + W}{L \times W}$$

➤ ۴- در روش تقسیم ناحیه‌ای، بجای انعکاس سقف از ضریب انعکاس مؤثر سقف و بجای انعکاس کف از ضریب انعکاس مؤثر کف استفاده می‌شود. نحوه محاسبه ضرایب انعکاس فوق در قسمت محاسبه ضریب بهره (CU) توضیح داده خواهد شد.

➤ محاسبه TLLF یا ضریب کل کاهش نور

$$\text{TLLF} = \text{RSDDF} \times \text{LDDF} \times \text{LLDF} \times \text{LSDF} \times \text{LATF} \times \text{VF} \times \text{BF} \times \text{LBF}$$

۵- ضریب درجه حرارت محیط چراغ (TF)

➤ درجه حرارت محیط بر روی بهره نوری لامپ تاثیر دارد و این امر بویژه در لامپهای فلورسنت موثر است.

➤ بهترین بهره نوری لامپها توسط صنایع سازنده لامپ ارائه شده است. برای مثال چراغهای فلورسنت معمولاً برای درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد ساخته میشوند. در دمای ۲۵ ، ۱ در نظر گرفته میشود

Dr

Barkhordar

5/31/2014

Luminaire ambient temperature factor

لذا بهره نوری لامپ با افزایش و یا کاهش درجه حرارت تغییر می کند که علت آن تغییر فشار گاز می باشد که این تغییر به نوبه خود باعث تغییر طول موج نور تولید شده خواهد شد.

● Luminaire Ambient Temperature Factor

➤ ضریب کاهش ولتاژ (VF) : ضریب کاهش ولتاژ بر حسب نوع لامپ مورد استفاده در طراحی متفاوت است

➤ بطور کلی کاهش ولتاژ از مقدار اسمی موجب کاهش نور تولیدی می شود. در لامپهای رشته‌ای تغییر ولتاژ لامپ باعث تغییر در مقاومت رشته، جریان لامپ، توان لامپ، درجه حرارت رشته، نور خارجی، عمر لامپ و بهره نوری لامپ خواهد شد.

Voltage factor ➤

بین ۰/۹۵ تا ۰/۹۷ در نظر گرفته میشود ➤

ضریب کاهش چوک یا بالاست (BF)

➤ در لامپهای فلورسنت و یا لامپهای گازی دیگر، چنانچه از چوک دیگری جز نوعی که برای آن لامپ در نظر گرفته شده است استفاده شود. موجب کاهش نور چراغ می شود که این کاهش را ضریب کاهش چوک یا بالاست می نامند.

➤ برای کلیه لامپها به غیر از فلورسنت ۱ است. به علت استفاده از استارت مقداری افت روشنایی داریم.

• فلورسنت ۳۰ وات : ۰/۹۴

• فلورسنت ۴۰ وات : ۰/۹۵

• سایر لامپها : ۰/۹۳

➤ ۳ ضریب کاهش به علت کهنه شدن سطوح چراغ (LSD)

➤ این ضریب بسته به نوع سطوح انعکاسی لامپ متفاوت است بطوری که این ضریب برای بدون قاب، سطوح پلاستیکی شفاف ۰/۹۷ و برای سطوح مات در حدود ۰/۹۵ فرض شده‌اند.

➤ ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن چراغ (LDD)

➤ چراغها هم بسته به ساختمان آنها می توانند گرد و غبار به خود جذب کنند که موجب جذب و به هدر رفتن مقداری از نور می شود. چراغها از نظر جذب گرد و غبار به ۶ دسته تقسیم می شوند. این دسته بندی در ستون دوم جدول ۵-۶ آمده است.

➤ برای بدست آوردن LDDF باید از منحنی های شکل ۵-۸ استفاده نمود.

➤ اطلاعات مورد نیاز:

- ۱- دسته بندی چراغ (VI, V, IV, III, II, I)
- ۲- درجه بندی کثیفی (VC, C, M, D, VD)
- ۳- فاصله بین گردگیری ها (۰-۳۶ ماه)

Lamp dirt depreciation factor

➤ روش کار: با داشتن نوع لامپ یکی از منحنی‌های ۶ گانه مربوط را انتخاب و بعد با داشتن اطلاعات بند ۳ (روی محور افقی) و درجه بندی کثیفی (یکی از منحنی‌های ۵ گانه داخل مربوطه) تلاقی آنها را به محور عمودی که مربوط به ضریب کثیفی است وصل می‌کنیم. حال ضریب کثیفی بدست می‌آید.

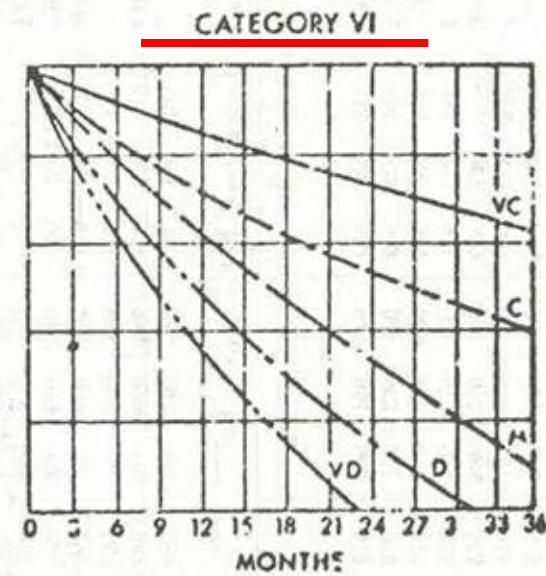
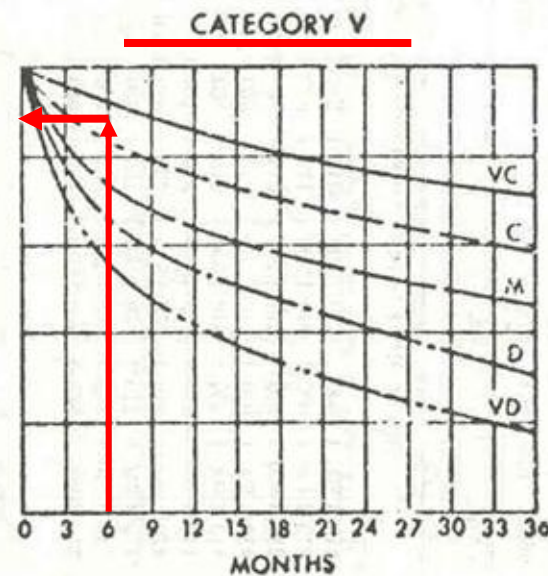
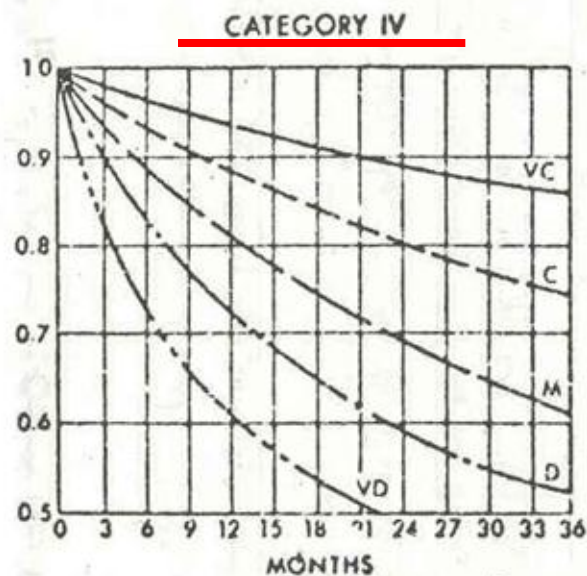
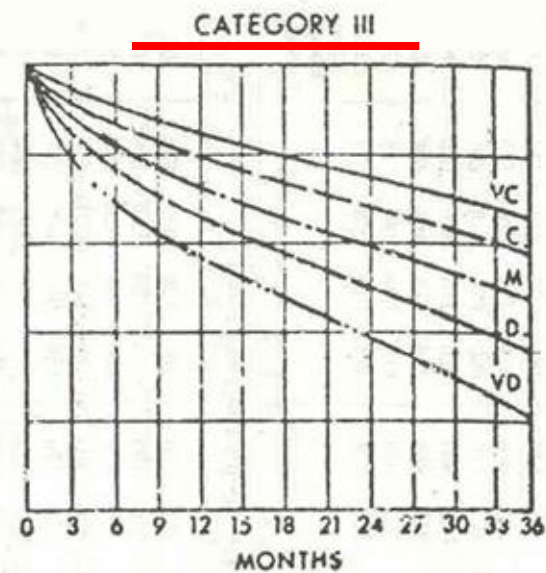
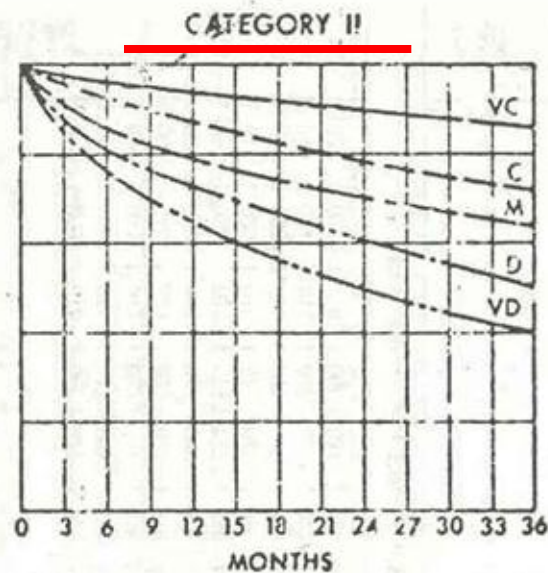
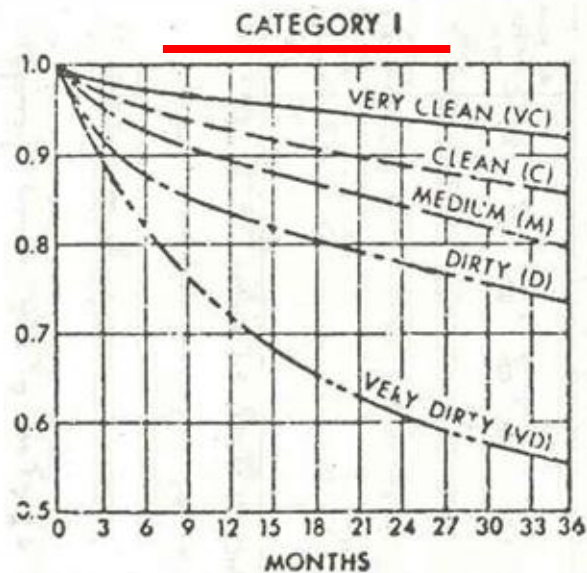
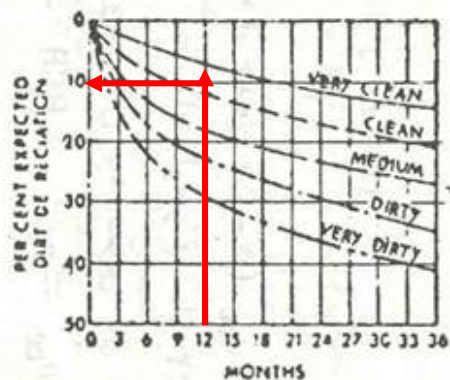


Fig. 13. Luminaire dirt depreciation factors (LDD) for six luminaires categories (I to VI) and for five degrees of dirtiness as determined from

حدود ۵ - ۸ ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن سطوح اطاق LDDF



Room surface dirt depreciation factors

Per Cent Expected Dirt Depreciation	Luminaire Distribution Type																			
	Direct				Semi-Direct				Direct-Indirect				Semi-Indirect				Indirect			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Room Cavity Ratio																				
1	.98	.96	.94	.92	.97	.92	.89	.84	.94	.87	.80	.76	.91	.87	.80	.78	.90	.80	.70	.60
2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.71	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
7	.97	.94	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
9	.96	.92	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
10	.96	.92	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

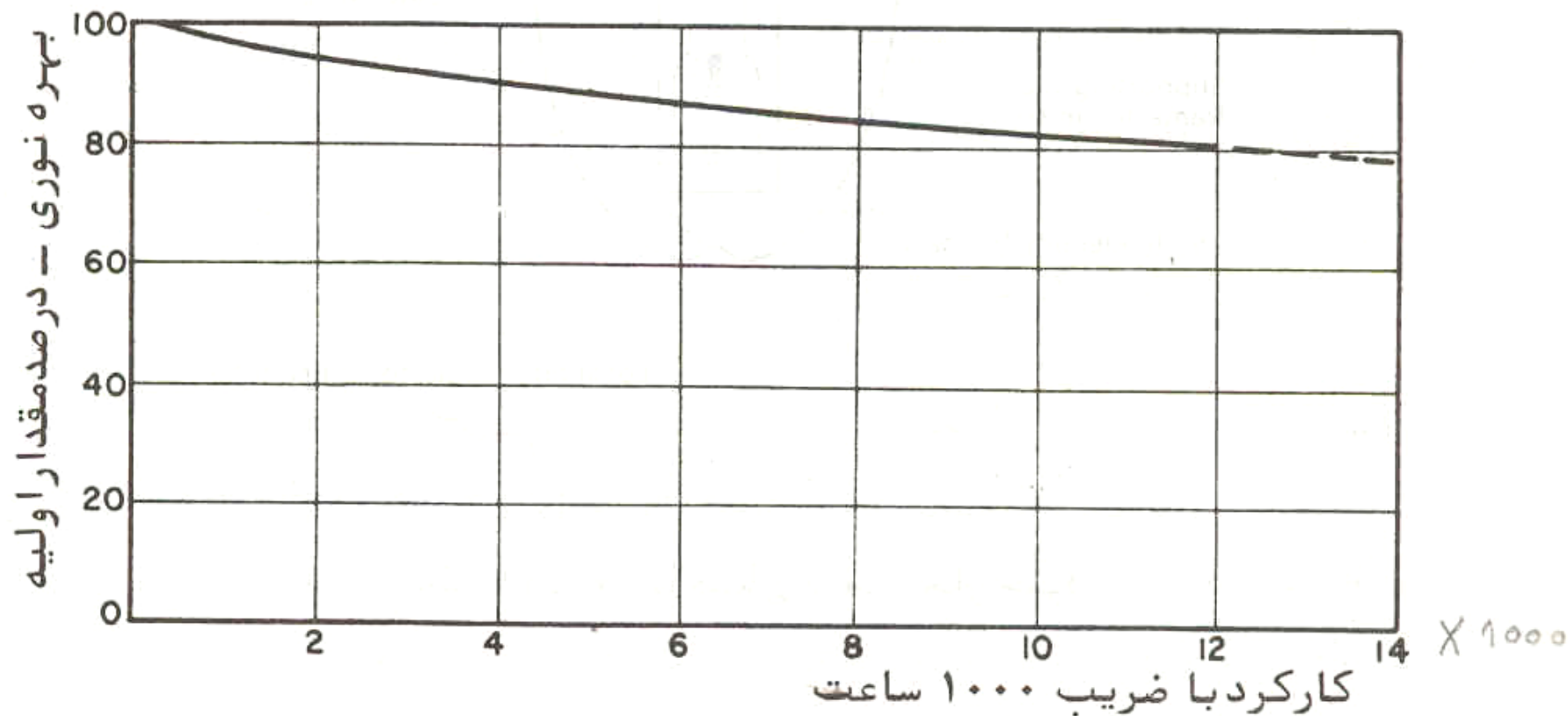
RSDDF

شکل ۸-۵ ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن چراغها

۳ ضریب کاهش به علت کارکرد
(LLD)

عموما ۰/۹۳ در نظر گرفته میشود.

Luminaire Lamp Dépréciation Factor



شکل ۱۲-۳ کاهش شار نوری لامپ جیوه‌ای در اثر کار

عرب انعام لاور

% Effective Ceiling Cavity Reflectance, ρ_{cc}	80				70				50				30				10			
% Wall Reflectance, ρ_w	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			

Room Cavity Ratio																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002

Room Cavity Ratio																		
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993	
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995	
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.977	.983	.988	.988	.992	.996	
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.987	.992	.996	
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997	
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997	
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998	
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998	
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999	
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999	

➤ ضریب کثیف شدن سطوح اتاق یا RSDDF

➤ عامل اصلی میزان گرد و غبار محیط است و از این نظر اماکن به ۵ دسته خیلی تمیز، تمیز، متوسط، کثیف و خیلی کثیف تقسیم می‌شوند.

➤ برای تعیین ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن سطوح اتاق (RSDDF) از نمودار بالای جدول ۸-۵ ص و جدول ۸-۵ استفاده می‌شود.

اطلاعات مورد نیاز:

- ۱- فاصله بین گرد گیریها
- ۲- میزان گرد و غبار فضا بر اساس طبقه بندی ۵ گانه
- از روی نمودار بالای جدول ۸-۵ و با داشتن دو فاکتور فوق ضریب کثیفی بدست می آوریم.

می‌توان ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن سطوح اتاق یا RSDDF را از جدول ۸-۵ با داشتن اطلاعات زیر بدست آورد

➤ ۱- ضریب ناحیه‌ای اتاق RCR

➤ ۲- نور چراغ (مستقیم، نیمه مستقیم، مستقیم - نیمه مستقیم، نیمه غیرمستقیم و غیرمستقیم)

➤ ۳- ضریب کثیفی بدست آمده

➤ این عدد از تلاقی اعداد RCR در ستون اول سمت چپ جدول با نور چراغ (سطر اول جدول) و نور چراغ (سطر دوم جدول) بدست می‌آید.

➤ Dirt depreciation

ضریب لامپهای سوخته (LBF)

➤ عدم تعویض به موقع لامپهای سوخته در محیط کار باعث خواهد شد تا نور کارگاه از مقدار اسمی طراحی شده کمتر باشد. بنابراین لازم است درصد لامپهای سوخته را در محاسبات طراحی لحاظ نمود.


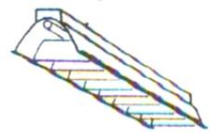

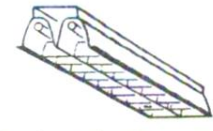



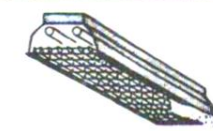
➤ عموماً ۰/۰۵ در نظر گرفته میشود.

Lamp burned factor

➤ محاسبه TLLF یا ضریب کل کاهش نور

$$\text{TLLF} = \text{RSDD} \times \text{LDD} \times \text{LLD} \times \text{LSD} \times \text{TF} \times \text{VF} \times \text{BF} \times \text{BF}$$

جدول ۴-۵: ضریب بهره در روش استفاده از شاخص فضا

TYPICAL DISTRIBUTION AND MAXIMUM SPACING*	CEILING (%)	80			70			50			30			0	TYPICAL LUMINAIRE AND ESTIMATED MAINTENANCE FACTORS
	WALLS (%)	50			30			10			0			0	
	ROOM RATIO (Index)	COEFFICIENTS OF UTILIZATION (ZONAL METHOD) FOR 10% FLOOR REFLECTANCE (See end for 30% Floor Multipliers)													
1		0.6 (J)	.30	.26	.25	.29	.26	.23	.29	.26	.23	.25	.23	.22	 Single lamp aluminum troffer with baffles Maint. Good .75 Factor Med. .70 Poor .65
		0.8 (I)	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.35	.31	.29	.31	.29	.27	
		1.0 (H)	.43	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.39	.37	.36	
		1.25 (G)	.47	.44	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.43	.41	.40	
		1.5 (F)	.50	.47	.44	.50	.47	.44	.49	.46	.44	.46	.44	.43	
		2.0 (E)	.53	.50	.49	.53	.50	.48	.51	.50	.48	.49	.47	.46	
		2.5 (D)	.55	.53	.51	.55	.53	.51	.54	.52	.50	.51	.50	.49	
	Max. Spacing 0.8xMH	3.0 (C)	.57	.54	.53	.56	.54	.52	.55	.53	.51	.52	.51	.50	
		4.0 (B)	.59	.57	.55	.58	.56	.55	.56	.55	.54	.54	.53	.52	
		5.0 (A)	.60	.58	.57	.59	.57	.56	.57	.56	.56	.56	.54	.53	
2		0.6 (J)	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20	 Two lamp aluminum troffer with louvers Maint. Good .75 Factor Med. .70 Poor .65
		0.8 (I)	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25	
		1.0 (H)	.36	.33	.30	.36	.33	.30	.35	.32	.30	.32	.30	.29	
		1.25 (G)	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33	
		1.5 (F)	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35	
		2.0 (E)	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39	
		2.5 (D)	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41	
	Max. Spacing 0.8xMH	3.0 (C)	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42	
		4.0 (B)	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44	
		5.0 (A)	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45	
3		0.6 (J)	.26	.23	.20	.26	.22	.20	.25	.22	.20	.22	.20	.19	 Two lamp 12"-wide troffer glass, plastic, or 30° louver Louver Enclosed Maint. Good .75 .70 Factor Med. .70 .65 Poor .65 .55
		0.8 (I)	.32	.29	.26	.32	.29	.26	.31	.29	.26	.28	.26	.25	
		1.0 (H)	.37	.34	.31	.37	.33	.30	.36	.32	.30	.32	.30	.29	
		1.25 (G)	.41	.37	.35	.41	.37	.35	.40	.37	.34	.36	.34	.33	
		1.5 (F)	.44	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.40	.37	.39	.37	.36	
		2.0 (E)	.47	.44	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.42	.41	.40	
		2.5 (D)	.50	.47	.45	.49	.47	.45	.48	.46	.44	.45	.43	.42	
	Max. Spacing 0.9xMH	3.0 (C)	.51	.49	.47	.51	.48	.46	.50	.47	.46	.47	.45	.44	
		4.0 (B)	.53	.51	.49	.53	.51	.49	.51	.50	.48	.49	.47	.46	
		5.0 (A)	.55	.53	.52	.54	.53	.51	.53	.52	.51	.51	.50	.48	
4		0.6 (J)	.24	.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.20	.19	.18	 Two lamp 12" wide troffer with 45° metal louver Maint. Good .75 Factor Med. .70 Poor .65
		0.8 (I)	.29	.26	.24	.29	.26	.24	.28	.26	.24	.26	.24	.23	
		1.0 (H)	.32	.29	.27	.32	.29	.27	.32	.29	.27	.29	.27	.26	
		1.25 (G)	.36	.32	.31	.35	.32	.31	.34	.32	.30	.32	.30	.29	
		1.5 (F)	.38	.35	.33	.38	.35	.33	.37	.34	.32	.34	.32	.32	
		2.0 (E)	.41	.38	.37	.40	.38	.36	.39	.38	.36	.37	.36	.35	
		2.5 (D)	.43	.40	.38	.42	.40	.38	.41	.39	.38	.39	.38	.37	
	Max. Spacing 0.6xMH	3.0 (C)	.44	.42	.40	.43	.42	.40	.42	.41	.39	.40	.39	.38	
		4.0 (B)	.45	.44	.42	.45	.43	.42	.44	.43	.42	.42	.41	.40	
		5.0 (A)	.47	.45	.44	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.43	.42	.41	

* Maximum Spacing between luminaire centers for uniform illumination. MH—Mounting Height above floor.
CH—Ceiling Height above floor.
NOTE: All reflectance are effective values (see page 9-3).

مسئله) در صورتی که طول و عرض و ارتفاع کارگاهی به ترتیب ۸، ۶ و ۳ متر باشد و ضرایب انعکاس سقف ۰/۷، دیوارها ۰/۵ و کف ۰/۳ باشد و شدت روشنایی لازم روی سطح کار در ارتفاع ۸۰ سانتیمتر از کف ۵۰۰ لوکس باشد تعداد چراغهای لازم را با روش تقسیم ناحیه‌ای حل کنید. درجه‌بندی هوای این کارگاه از نظر گرد و غبار متوسط و گردگیری کلی هر سال یکبار انجام می‌شود. درجه حرارت محیط ۲۵ درجه سانتیگراد بوده و لامپهای سوخته را ۳ درصد کل لامپها فرض نمایید. ضمناً کاهش ولتاژ وجود نداشته و از چوک مناسب استفاده شده است.

Methods of lighting measurement

Lighting measurement methods

•N

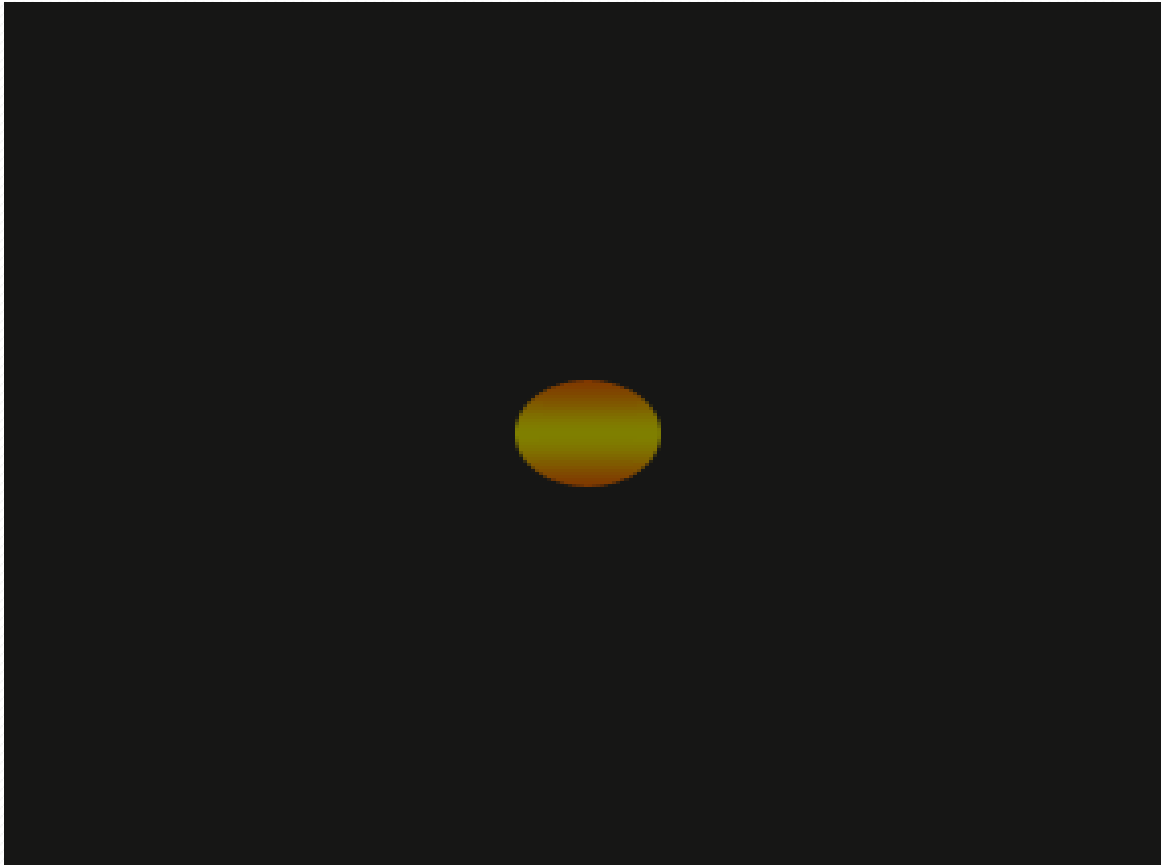
•M

P,Q,R,T

● تعداد منابع روشنايي

● تعداد ردیف ها

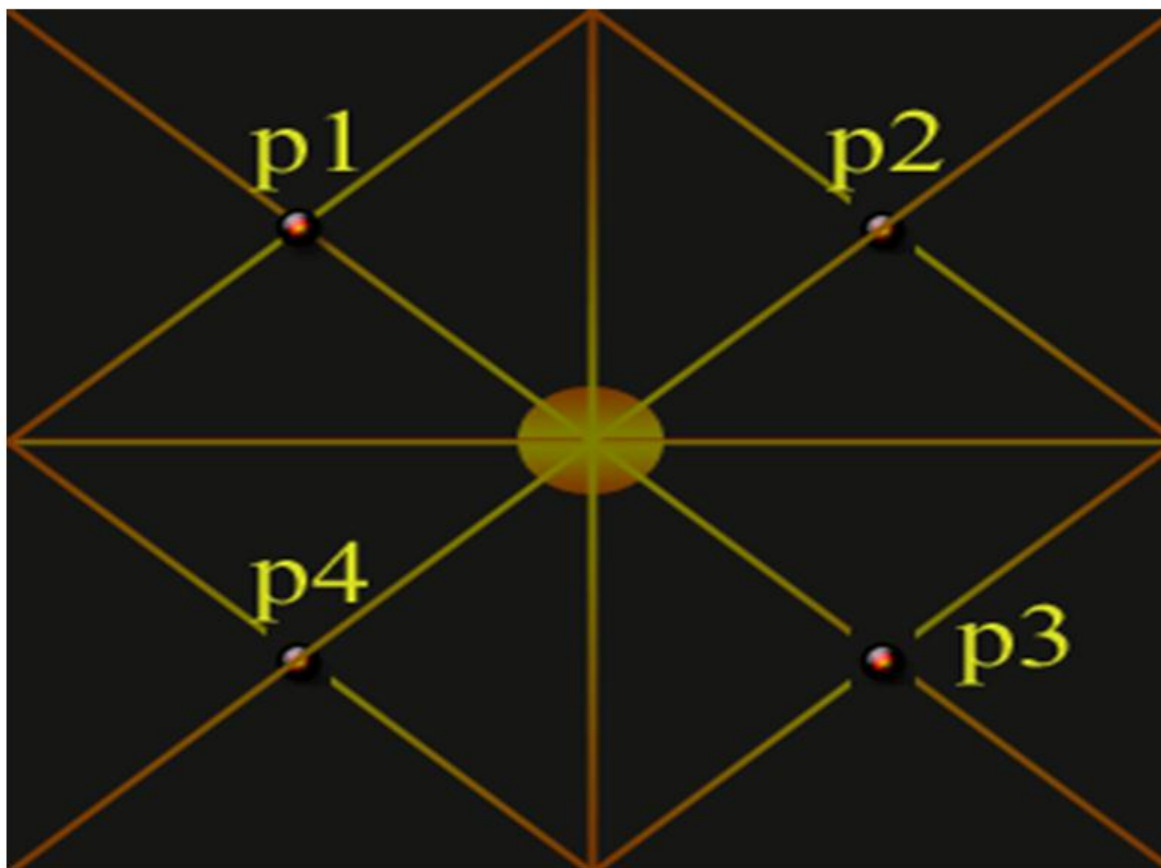
● نقاط اندازه گيري



$$AI = \frac{P1+P2+P3+P4}{4}$$

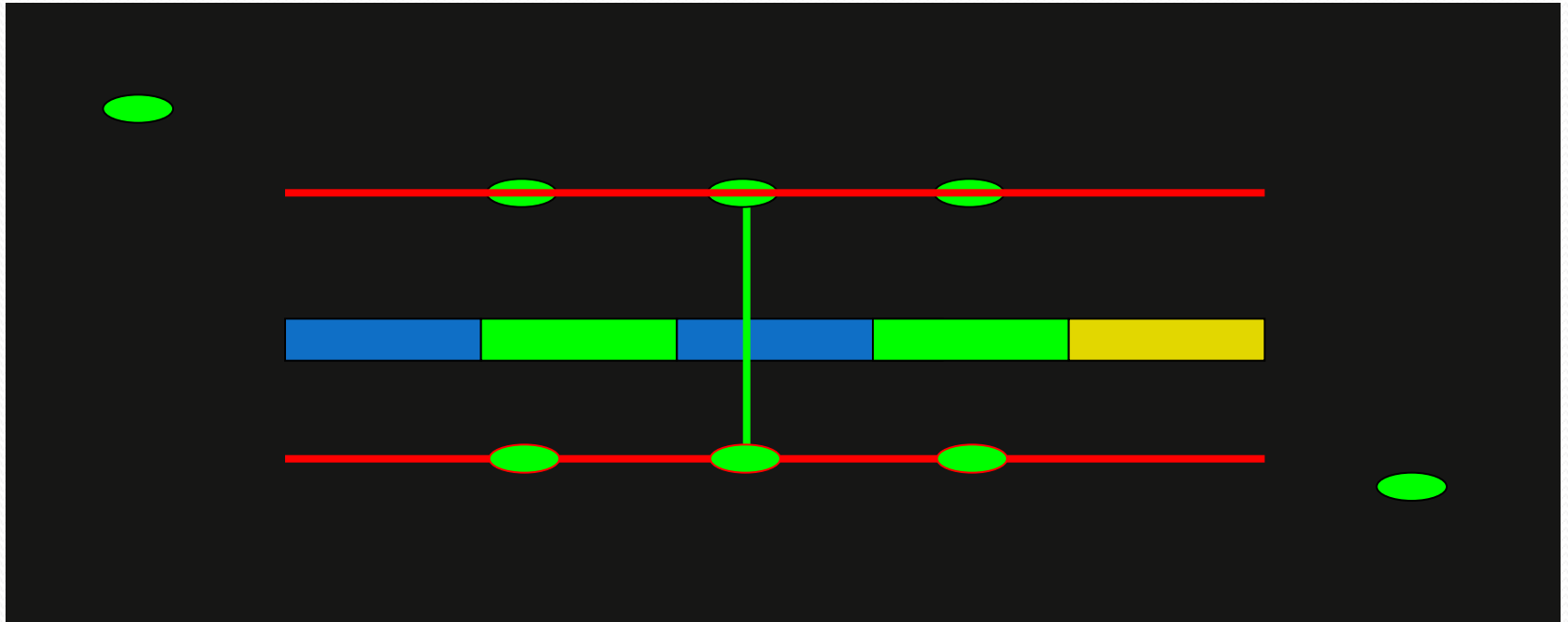
4

سطح منظم با لامپ منفرد



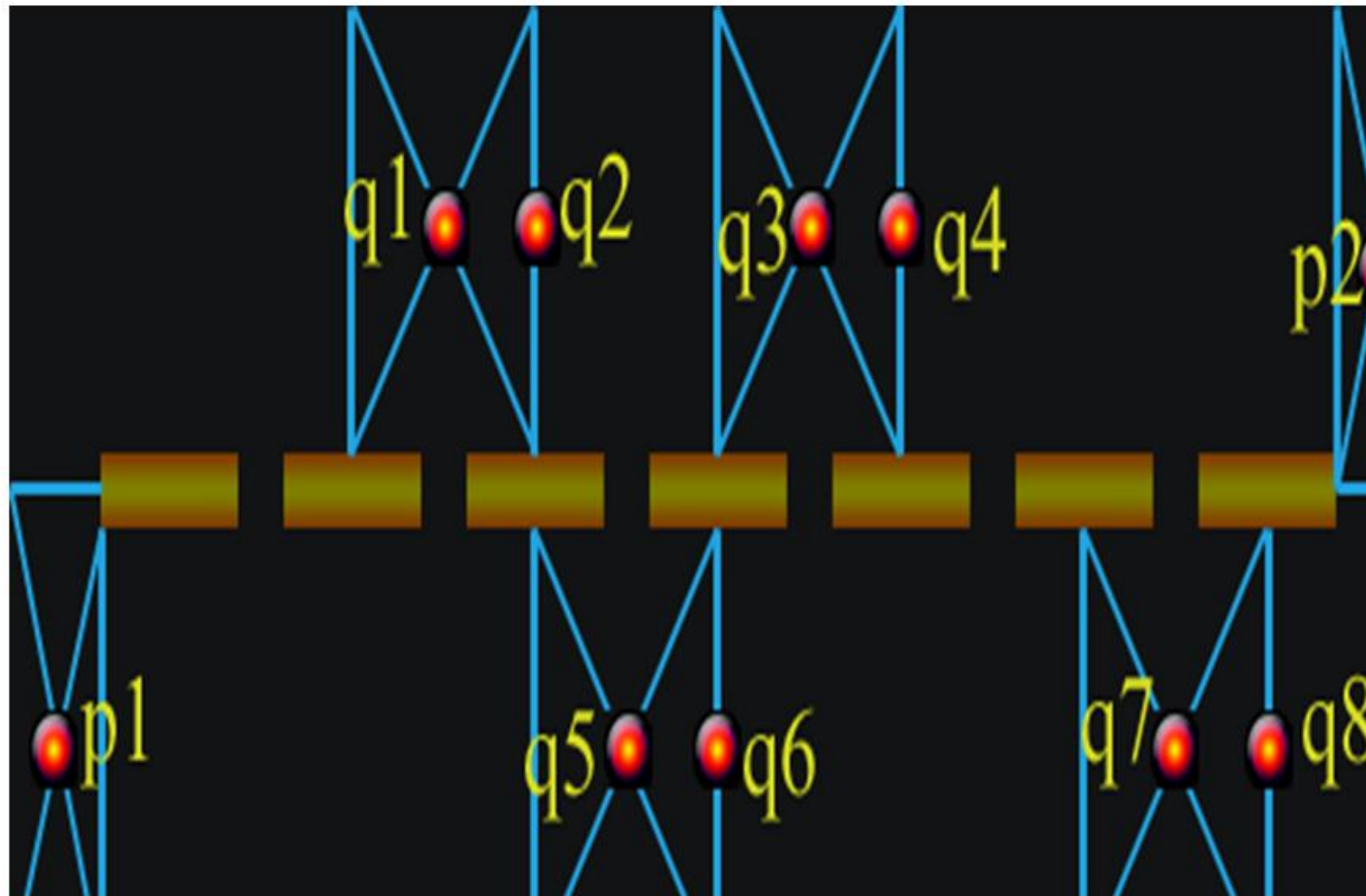
$$AI = \frac{P1+P2+P3+P4}{4}$$

سطح منظم با یک ردیف لامپ بصورت پیوسته



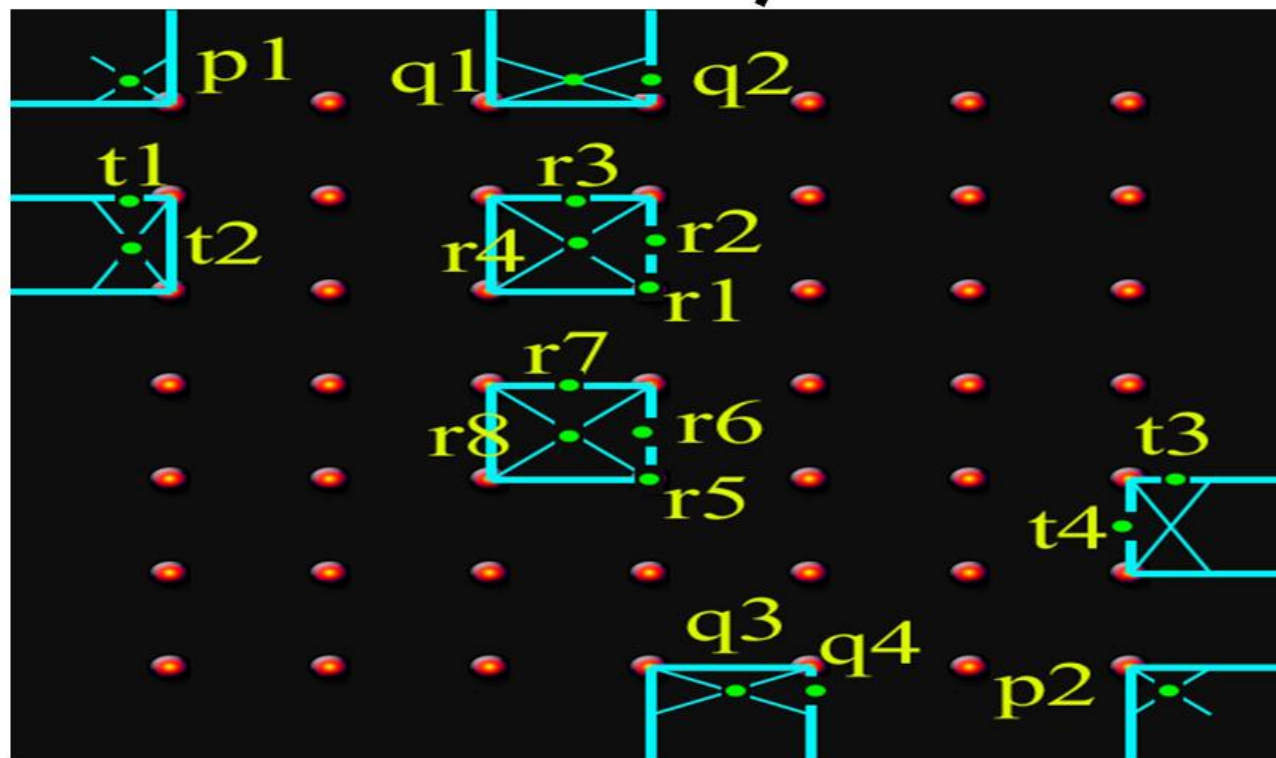
$$AI = \frac{QN+P}{N+1}$$

سطح منظم با لامپ های منفرد در یک ردیف



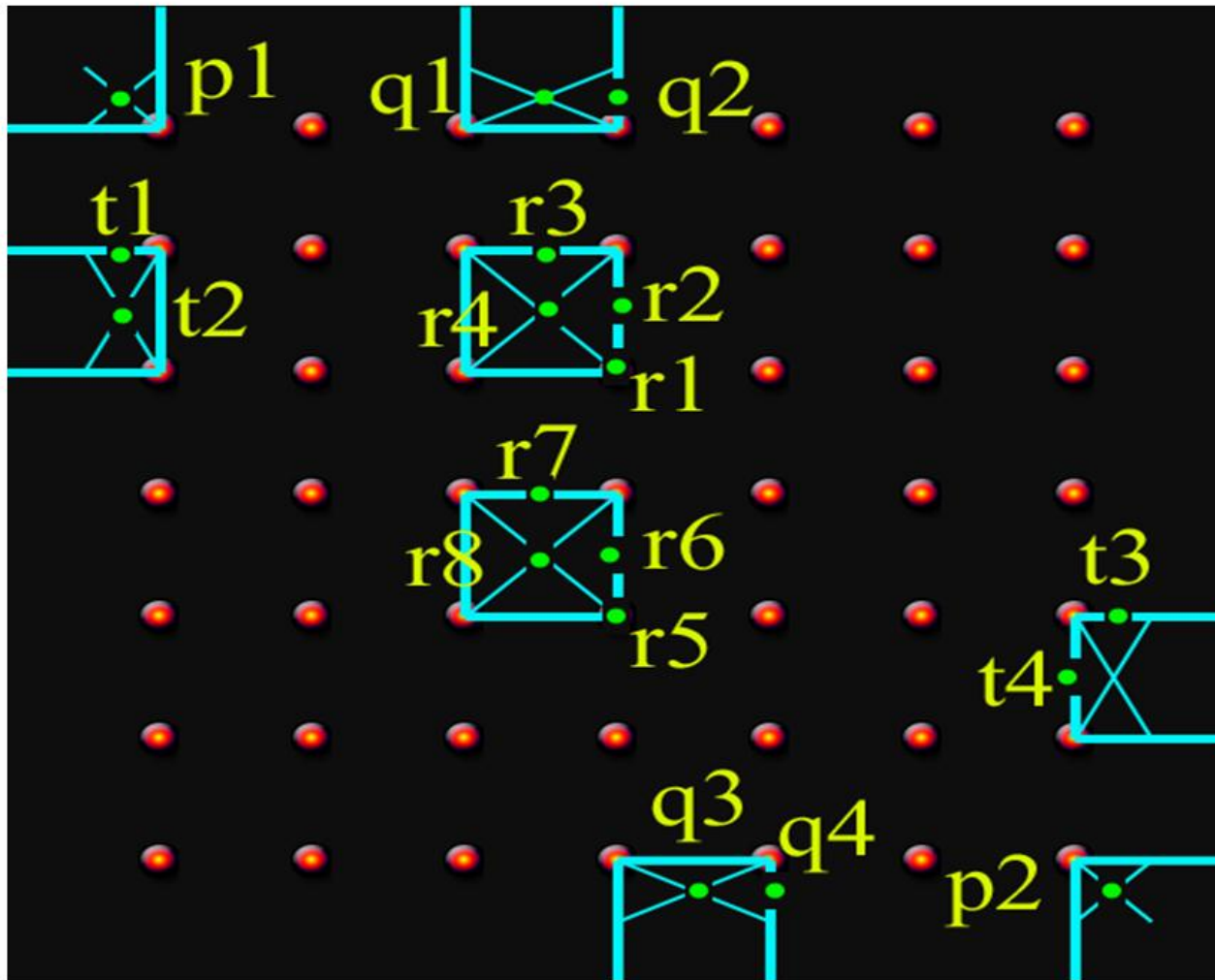
$$O(N-1)+P$$

سطح منظم با لامپ های فضايي قرينه در دو يا چند ردیف

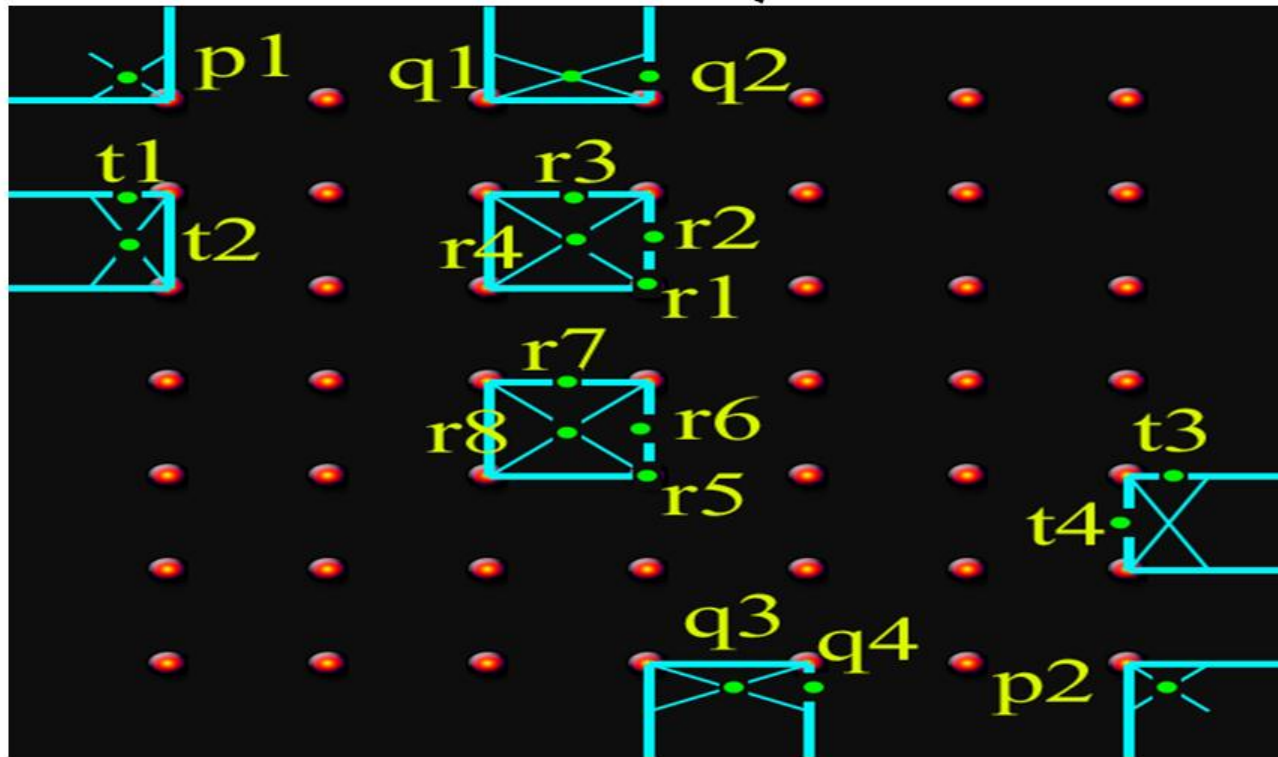


$$AI = \frac{Q(N-1) + T(M-1) + P + R(N-1)(M-1)}{NM}$$

سطح منظم با لامپ های فضايي قرينه در دو يا چند ردیف

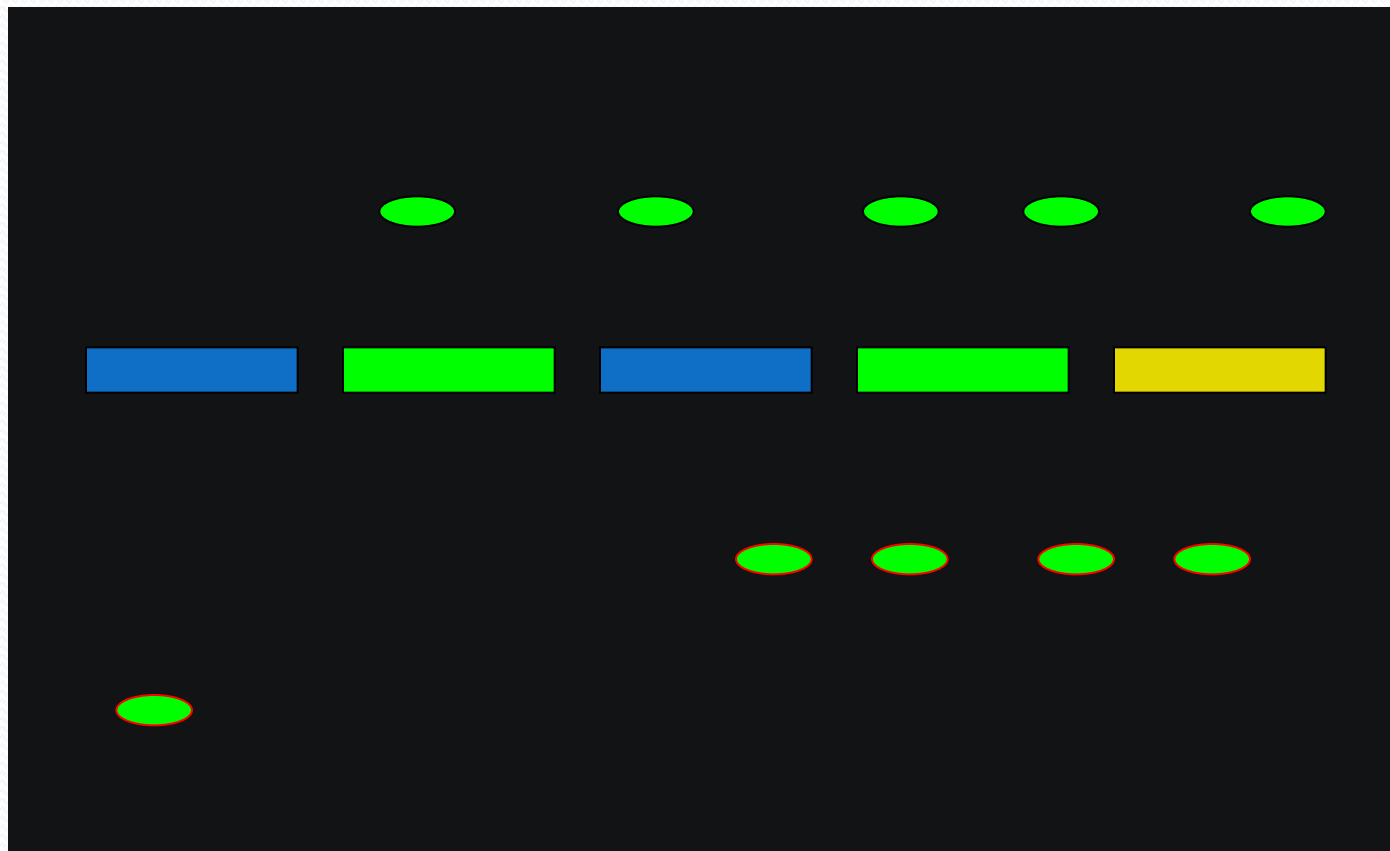


سطح منظم با لامپ های فضايي قرينه در دو يا چند ردیف



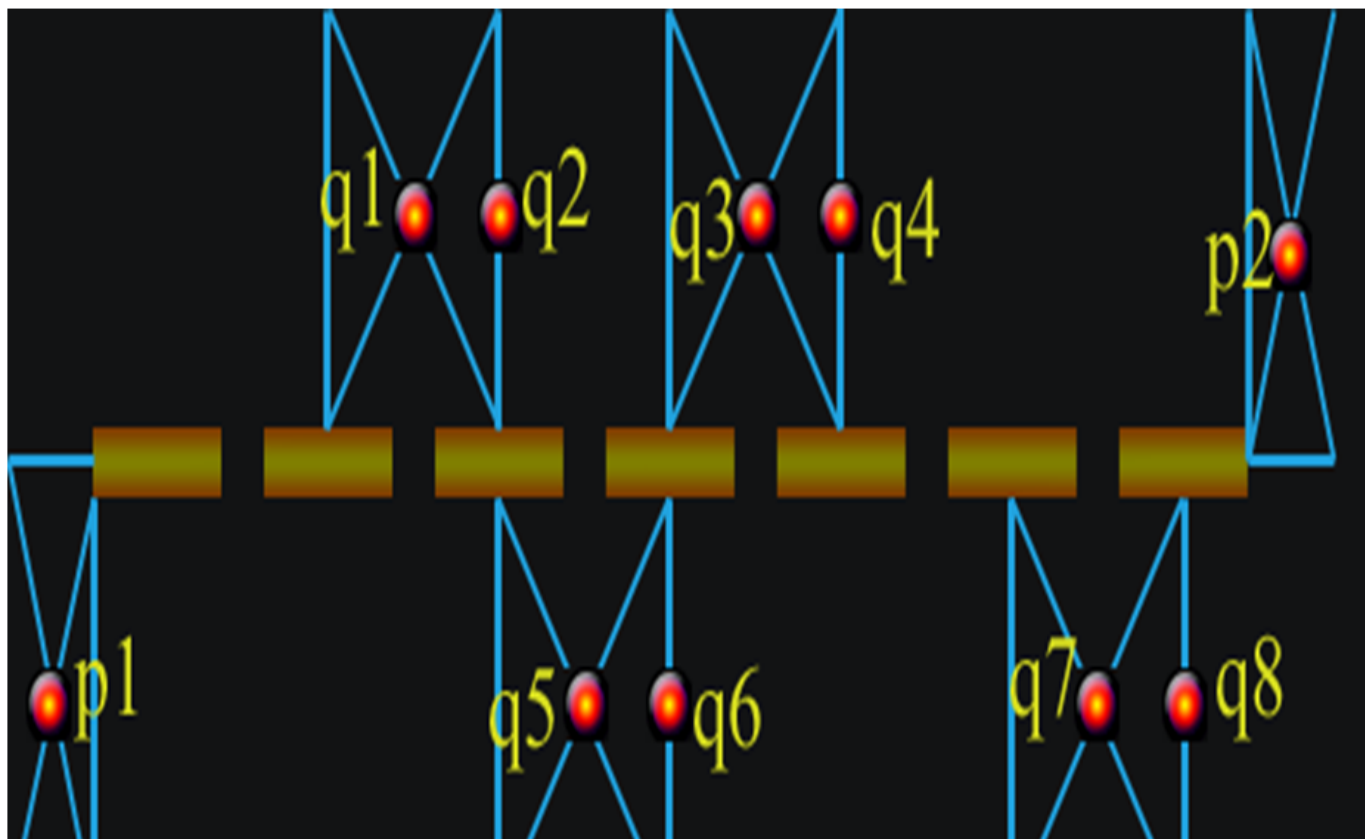
$$AI = \frac{Q(N-1) + T(M-1) + P + R(N-1)(M-1)}{NM}$$

سطح منظم با لامپ های منفرد در یک ردیف



$$AI = \frac{Q(N-1)+P}{N}$$

سطح منظم با لامپ های منفرد در یک ردیف



$$AI = \frac{Q(N-1)+P}{N}$$

سطح منظم با لامپ های متصل و ممتد در دو یا چند ردیف



$$AI = \frac{QN + T(M-1) + P + RN(M-1)}{M(N-1)}$$

Measurement instruments

- Hagner universal photometer •
- Hagner digital luxmeter •

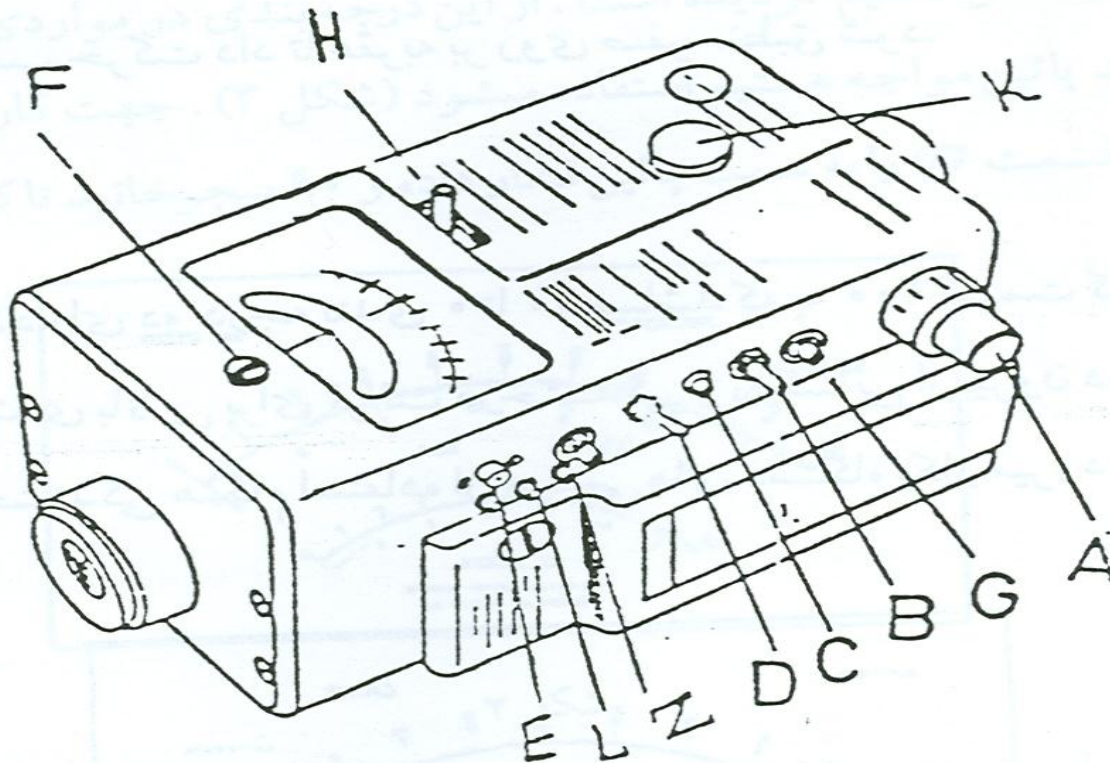
Hagner universal photometer s1,2



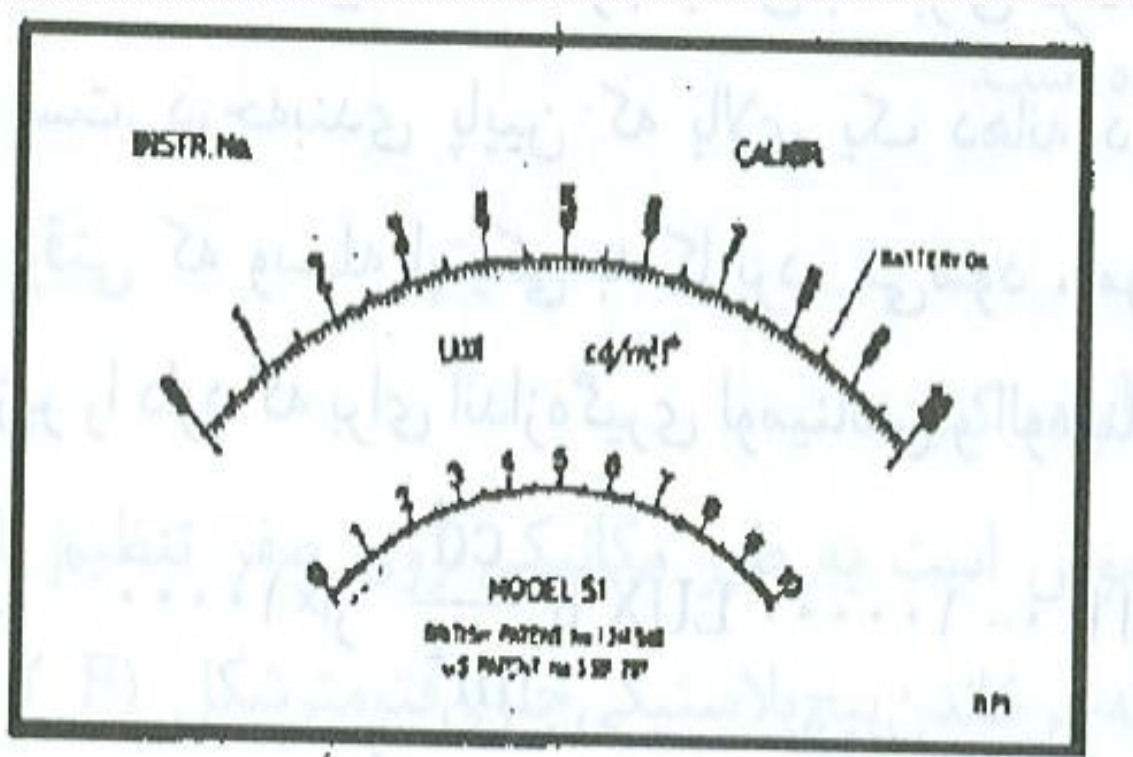
Hagner universal photometer s1,2



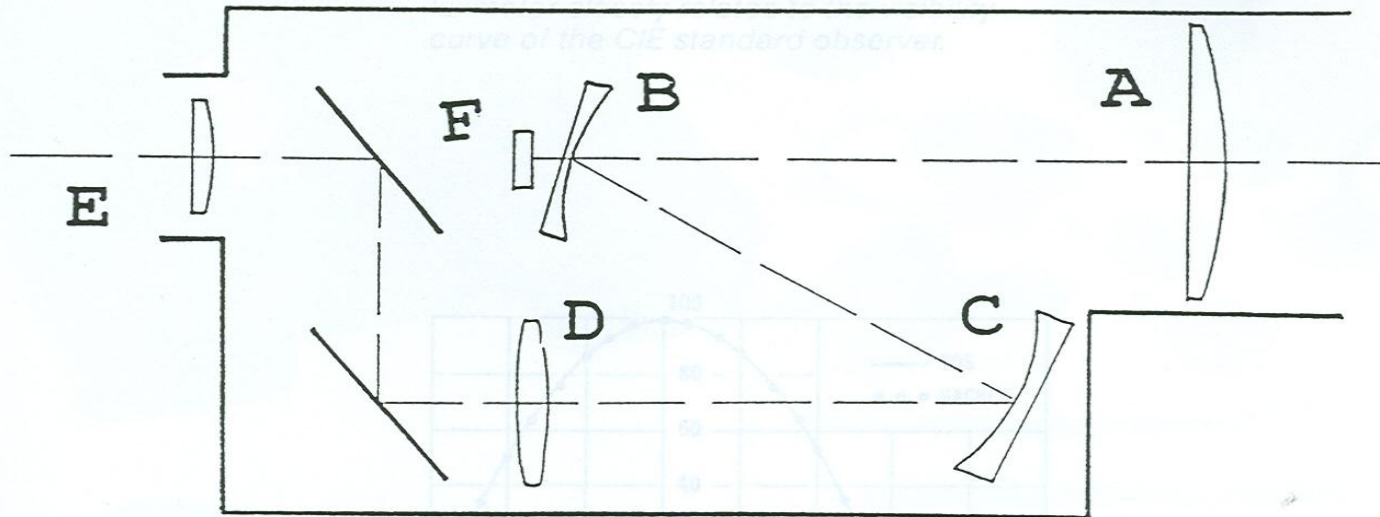
Hagner universal photometer s1,2



Hagner universal photometer s1



H



A OBJECTIVE LENS

B SPHERIC MIRROR

C SPHERIC MIRROR

D FIELD LENS

E EYEPIECE

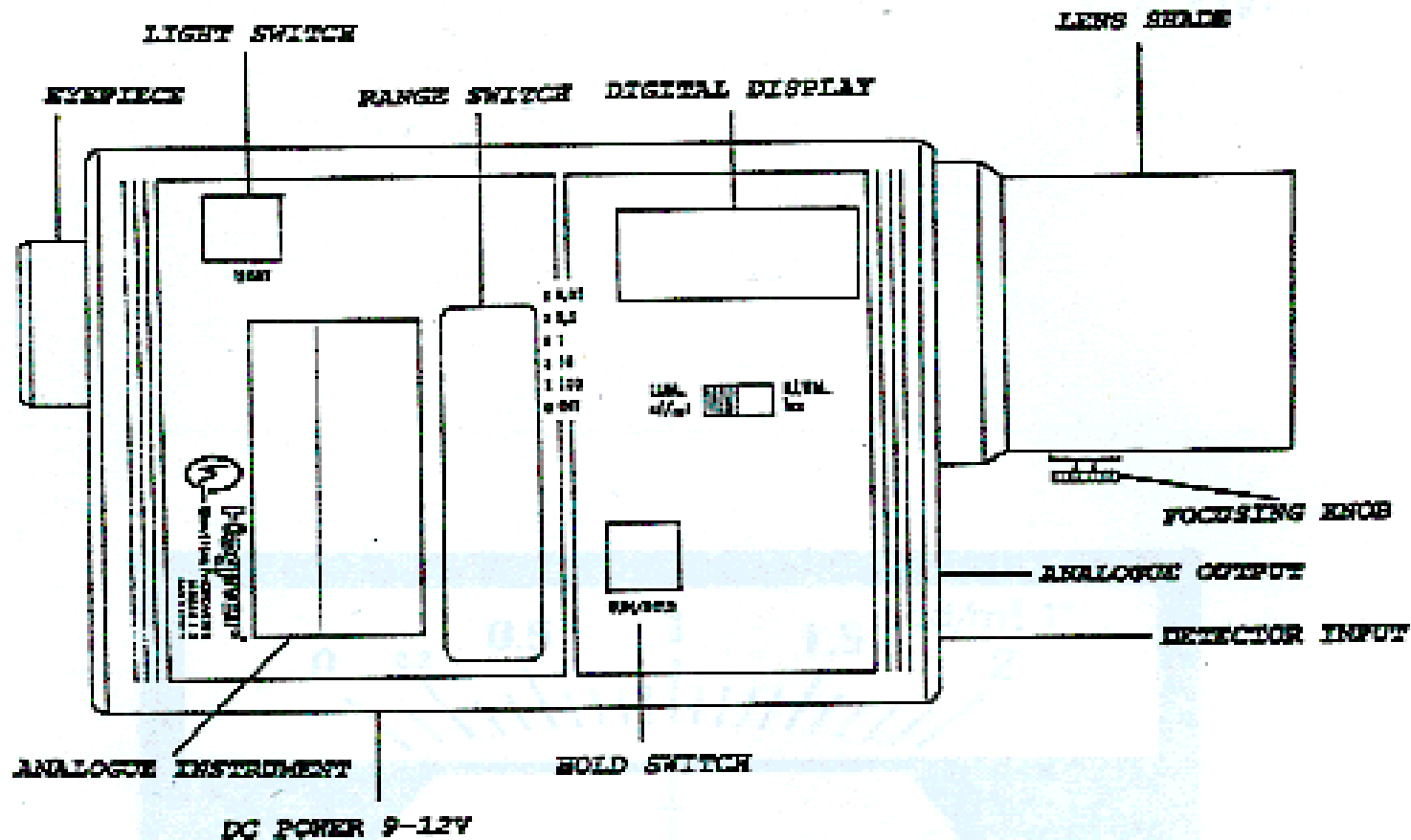
F FILTERED PHOTODIODE

Hagner universal photometer s3

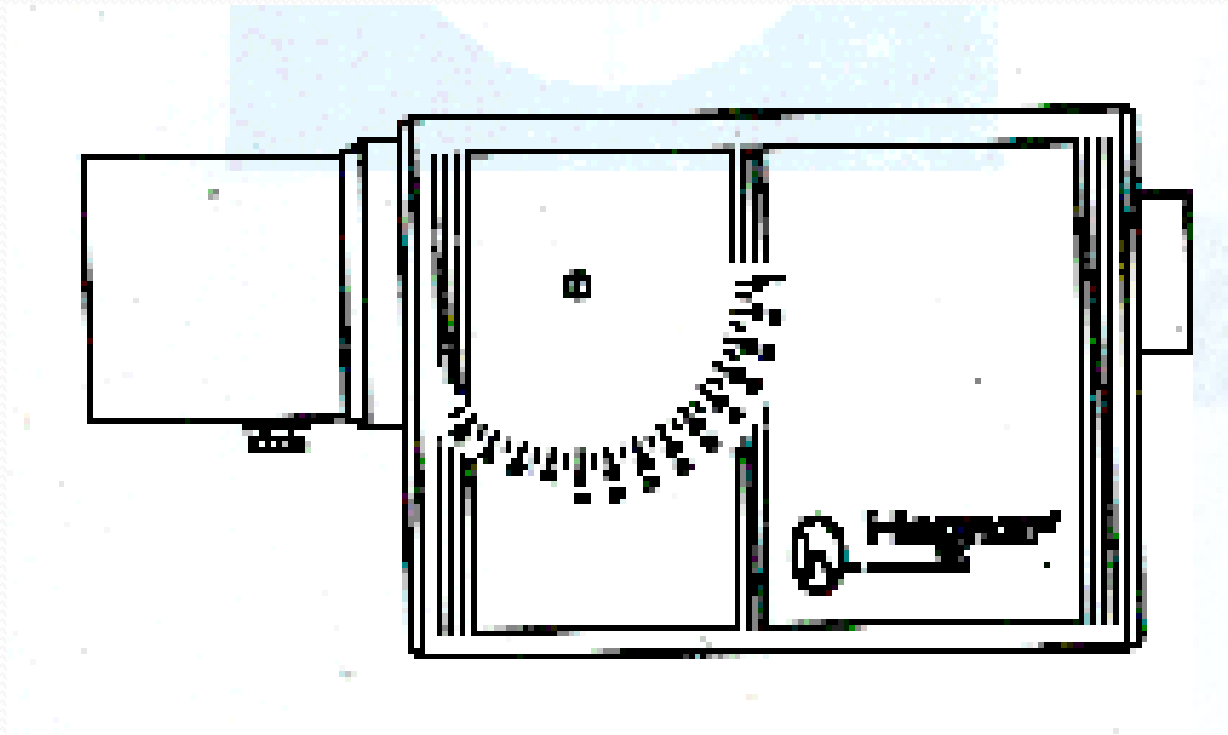


Hagner universal photometer

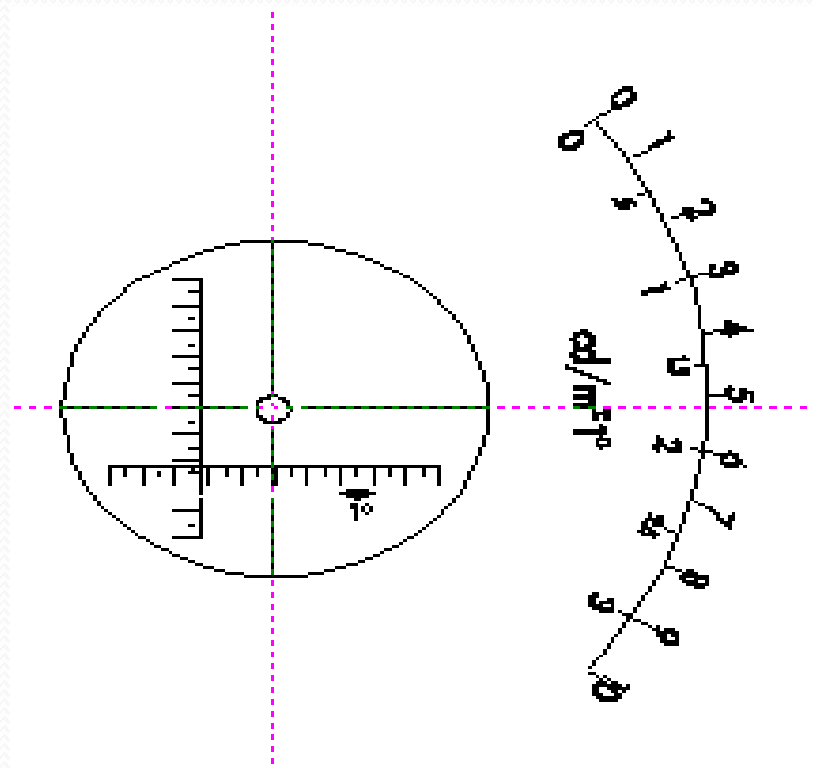
c3



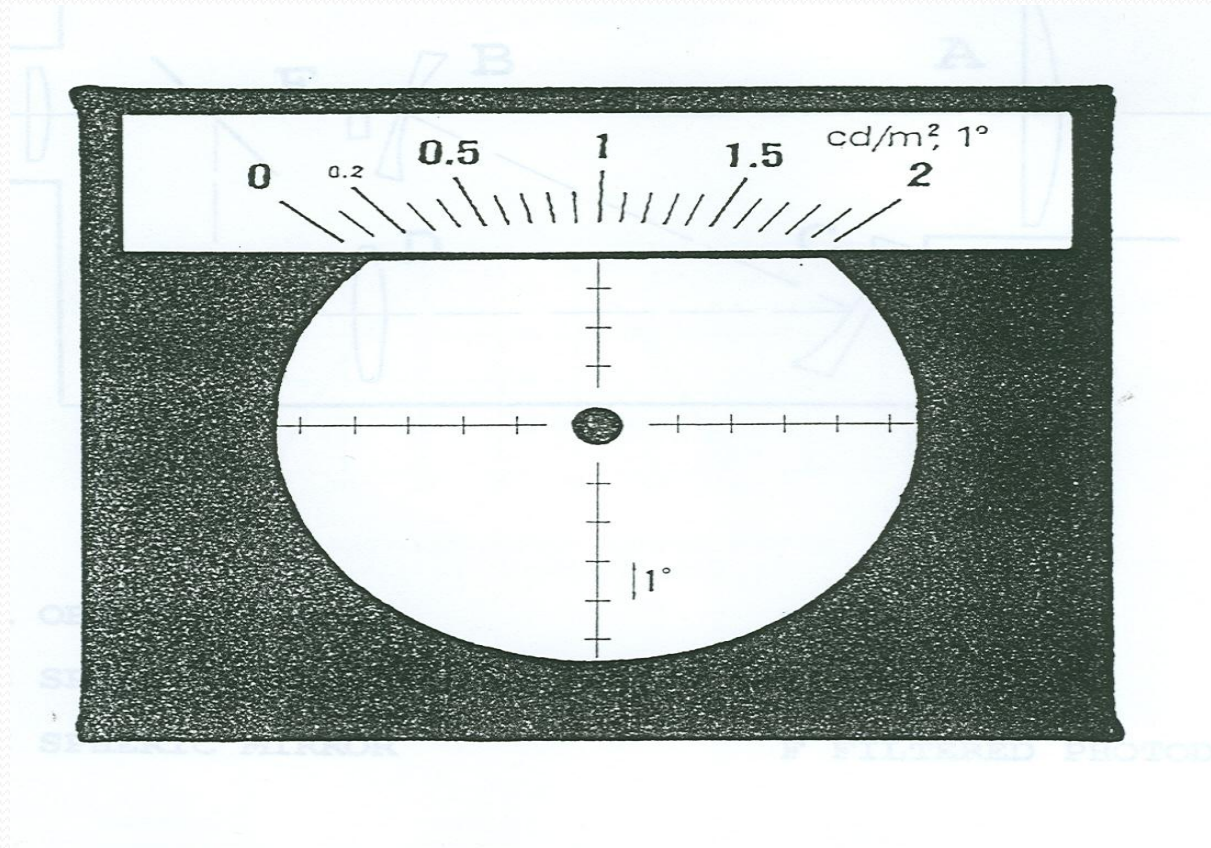
Hagner universal photometer s3



View when looking into a Hagner photometer

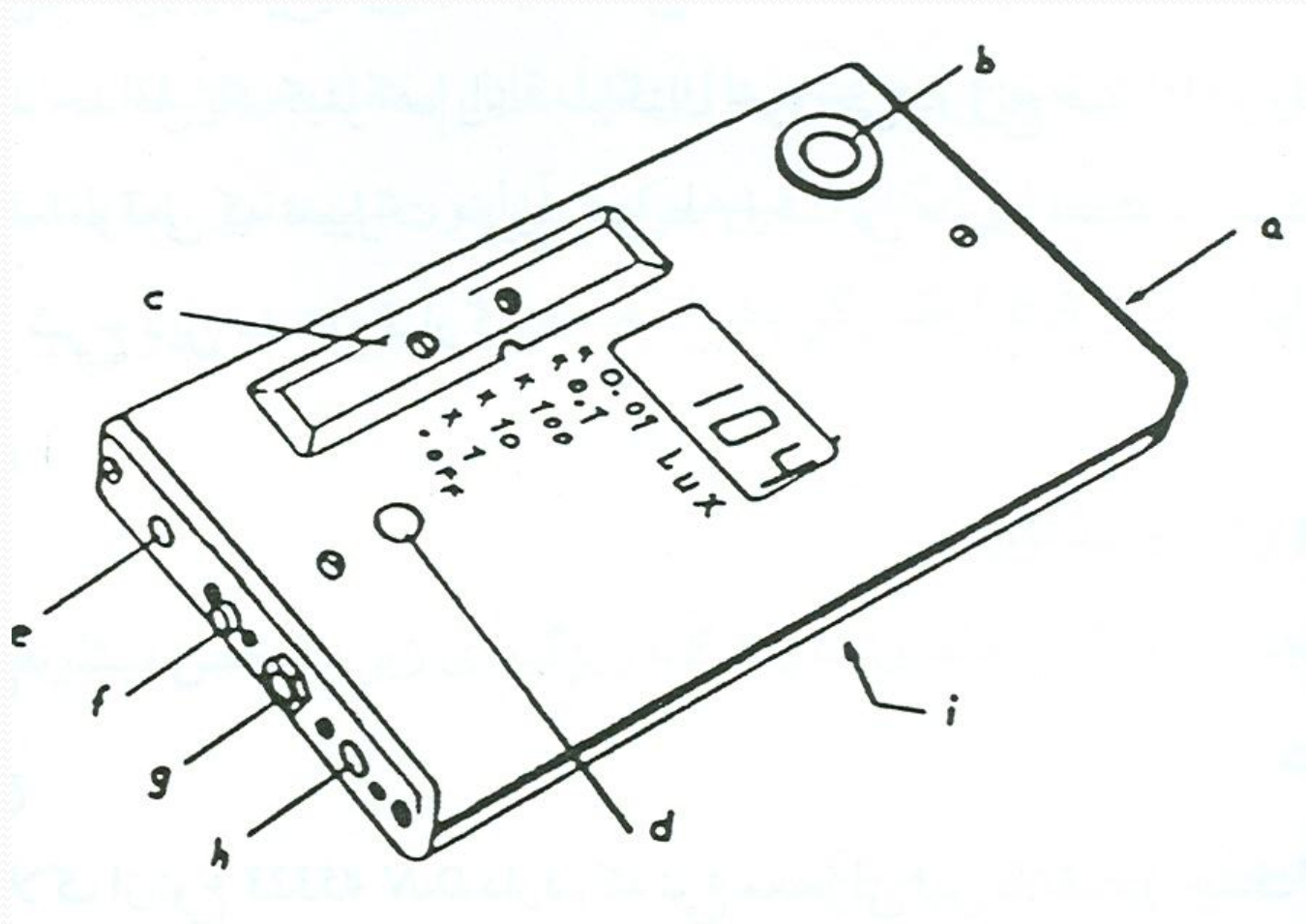


Hagner universal photometer s3



Hagner digital luxmeter







**UNIVERSAL
PHOTOMETER**

MADE IN SWEDEN



WHEN USING RANGE $\times 1$
FREQUENTLY DARKEN
APPROPRIATE CELL.
SET ZERO OR NOTE
OFFSET VALUE.
(SEE INSTRUCTION)

**LUMINANCE: PRESS TO
DARKEN INTERNAL CELL**



**LUMINANCE, 1°
ILLUMINANCE
RANGE** →

10000
 $\times 1000$
 $\times 100$
 $\times 10$
 $\times 1$

SET ZERO →

WHEN CELL
DARKENED

BATTERY CHECK ←

LUMINANCE
INTERNAL CELL ↑
EXTERNAL CELL ↓
ILLUMINANCE





**UNIVERSAL
PHOTOMETER**

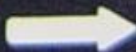
MADE IN SWEDEN



**WHEN USING RANGE $\times 1$
FREQUENTLY DARKEN
APPROPRIATE CELL.
SET ZERO OR NOTE
OFFSET VALUE.
(SEE INSTRUCTION)**

**LUMINANCE, 1°
ILLUMINANCE
RANGE** 

**$\times 10000$
 $\times 1000$
 $\times 100$
 $\times 10$**

SET ZERO 
**WHEN CELL
DARKENED**

2004

EXTERNAL CELL
ILLUMINANCE



INSTR. No. 521938

CALIBR. 92-04-0

BATTERY OK



LUX

$\text{cd/m}^2, 1^\circ$

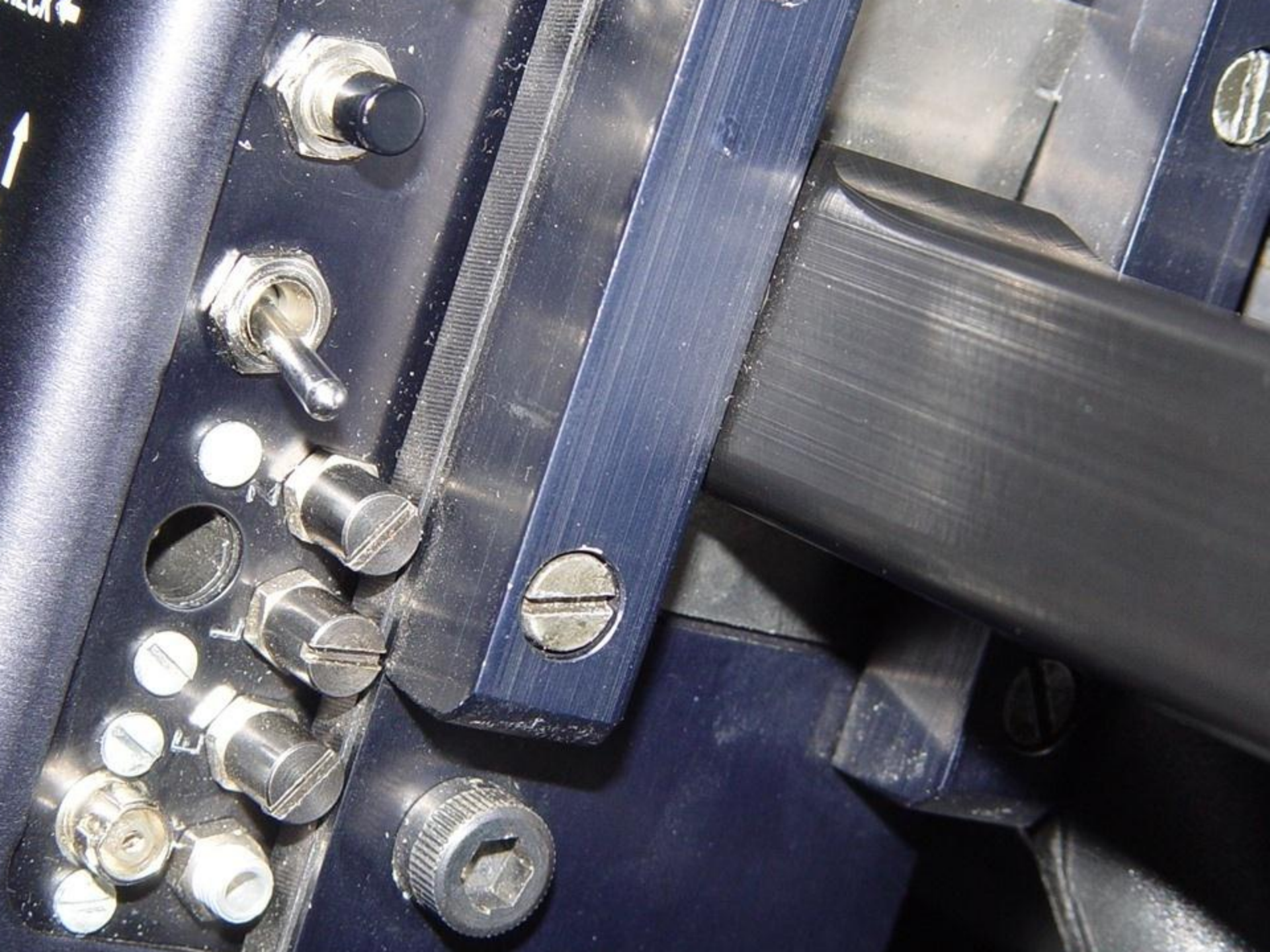
MODEL S2

K86

BRITISH PATENT No. 1241 549

U.S. PATENT No. 3 591 297







STANDARD EXTERNAL
DETECTOR, FOR
INSTR. No. 521998

ABSOLUTE SENSITIVITY
100 pA/LUX
FIGURE TO BE NOTICED ONLY WHEN
USING SPECIAL EXTERNAL
DETECTORS

BATT
LUMIN
INTER
EXT
ILLUM

S21998

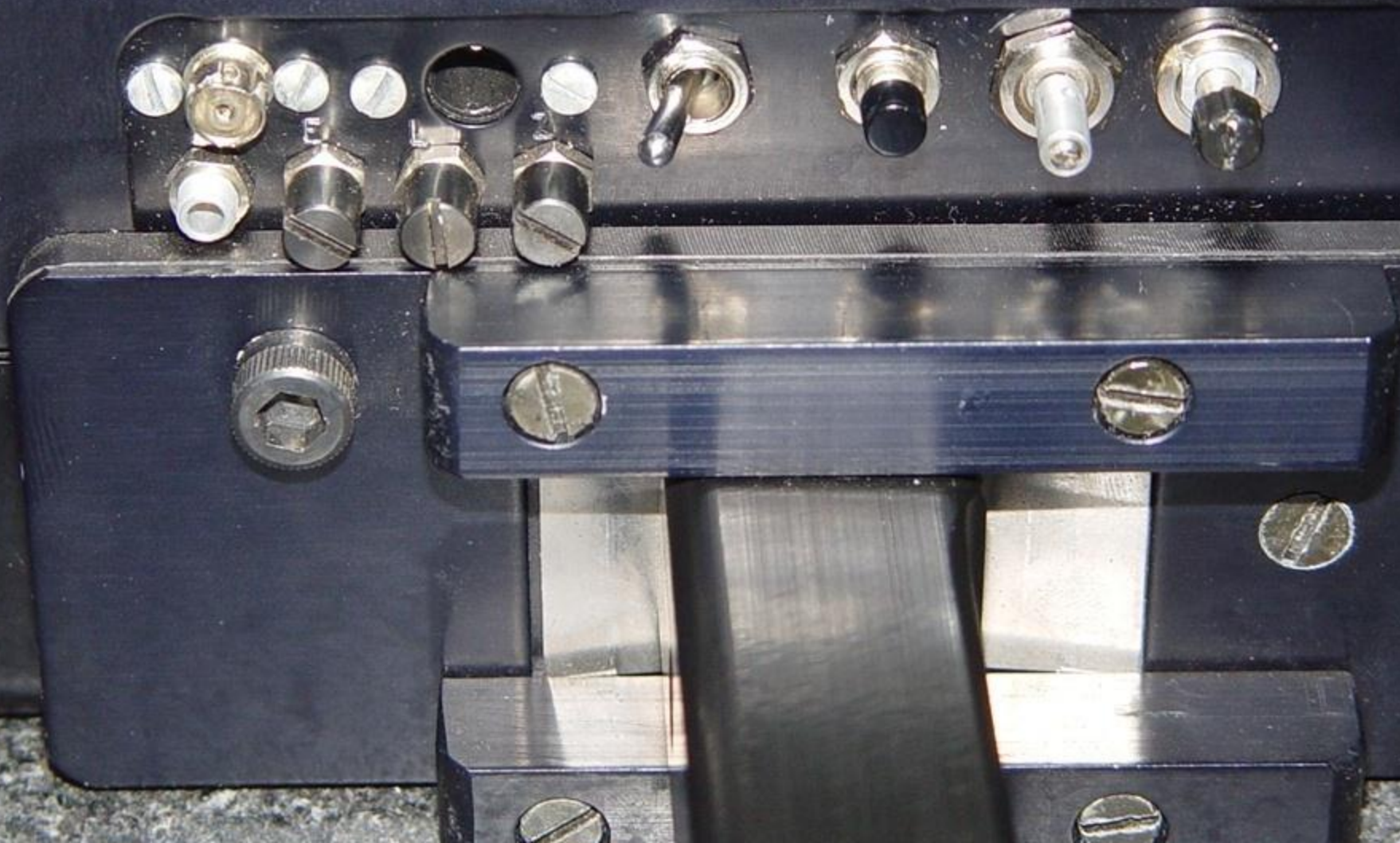


SET ZERO

WHEN CELL
DARKENED

BATTERY CHECK

LUMINANCE
INTERNAL CELL
EXTERNAL CELL
ILLUMINANCE



SET ZERO



WHEN CELL
DARKENED

BATTERY CHECK

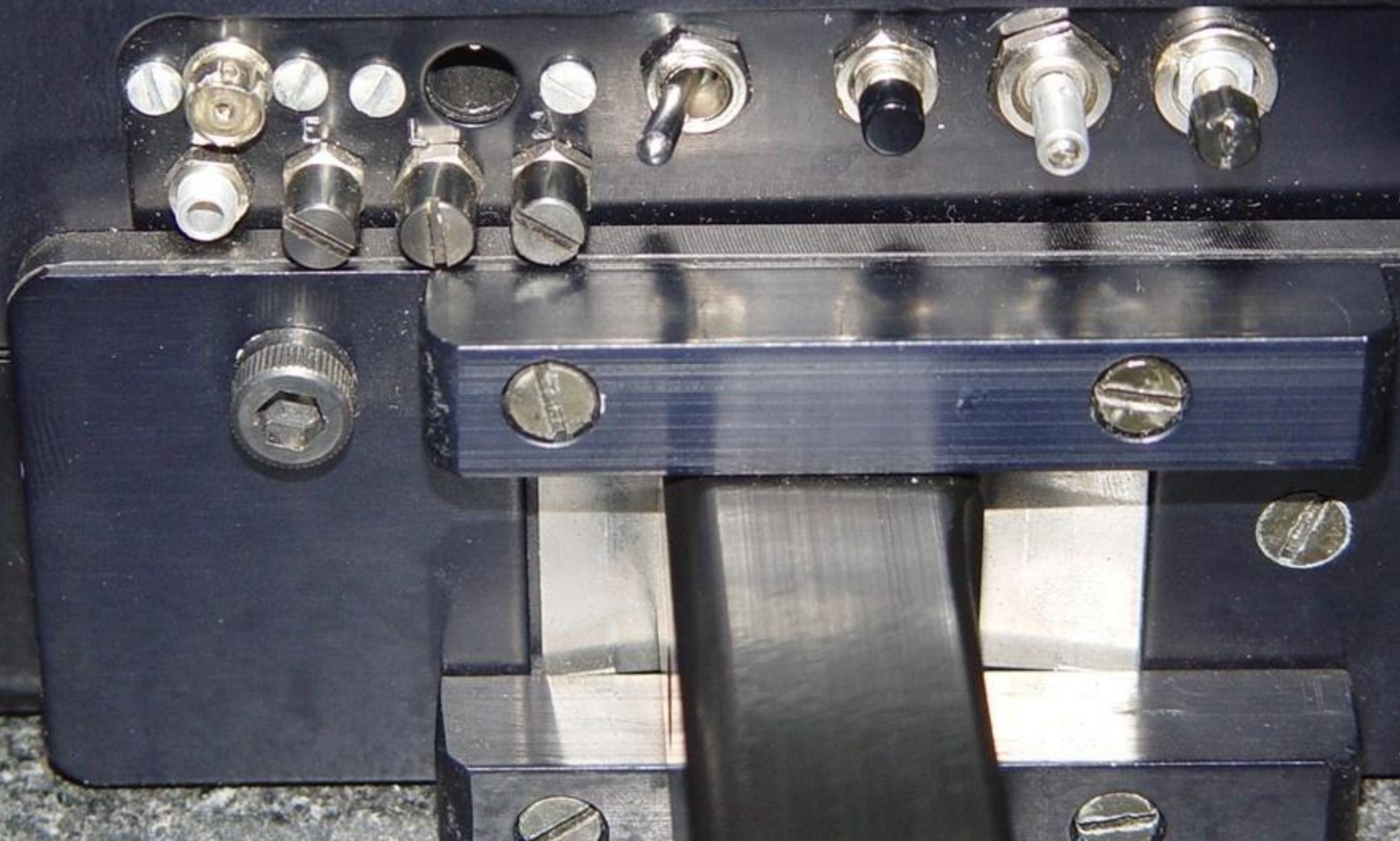


LUMINANCE

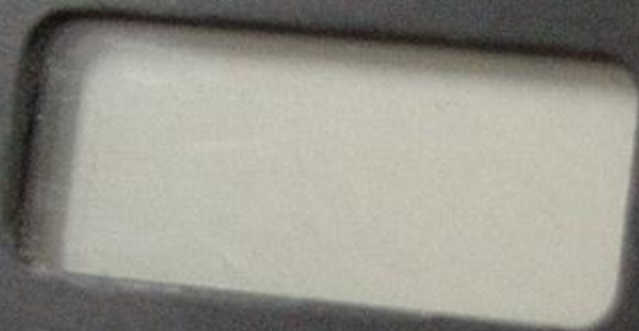
INTERNAL CELL

EXTERNAL CELL

LUMINANCE



LUXMETER
MODEL E2



x 0.01 LUX
x 0.1
x 100
x 10
x 1
OFF

HOLD



روشهای اندازه گیری و ارزیابی سیستم تامین روشنایی مصنوعی

نکات مهم در ارزیابی روشنایی

الف - تعیین هدف اندازه‌گیری

ب - انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیری و کالیبراسیون

ج - گردآوری اطلاعات مورد نیاز از محل و نیازهای استفاده‌کنندگان

د - زمان اندازه‌گیری

ه - تعیین روش مناسب اندازه‌گیری

و - شناخت و توجه به استانداردهای روشنایی عمومی و موضعی

اندازه گیری و ارزیابی روشنایی
- اندازه گیری و ارزیابی روشنایی عمومی

- اندازه گیری و ارزیابی روشنایی
موضعی

اندازه گیری روشنایی موضعی:

- اندازه گیری موضعی در محل کار کارگر و نیز دقیقاً بایستی در محل دید کارگر انجام شود مثلاً اگر میز کار است روشنایی روی میز کار اندازه گیری گردد زاویه ها و فاصله ها دقیقاً بایستی مراعات گردد و اندازه گیری با حضور کارگر انجام شود تا در صورت وجود نیم سایه یا عوامل دیگر شرایط عیناً لحاظ گردد.

(فرد B)**فرم گزارش اندازه گیری روشنائی موضعی و درخشندگی**

معاونت بهداشتی دانشگاه / دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مرکز بهداشت شهرستان

مرکز بهداشتی درمانی شهری / روستایی آزمایشگاه یا مرجع اندازه گیری کننده :

اطلاعات عمومی

+

نام کارگاه نام کارفرما محصول تولیدی تعداد واحد نوع منابع تامین روشنائی عمومی کارگاه

توع و تعداد منابع تامین روشنائی موضعی

وضعیت جوی هنگام اندازه گیری

وضعیت هوای کارگاه از لحاظ وجود آلاینده ها

وضعیت پاکیزگی منابع روشنائی (لامپها و حبایها)

وضعیت پاکیزگی پنجره ها

دیوارها : جنس رنگ :

سقف : جنس رنگ :

کف : جنس رنگ :

ایری ☐ آفتابی ☐ نیمه ایری ☐

تمیز ☐ متوسط ☐ کثیف ☐

تمیز ☐ متوسط ☐ کثیف ☐

تمیز ☐ متوسط ☐ کثیف ☐

تمیز ☐ متوسط ☐ کثیف ☐

تمیز ☐ متوسط ☐ کثیف ☐

تمیز ☐ متوسط ☐ کثیف ☐

جدول گزارش اندازه گیری شدت روشنائی موضعی و درخشندگی

شماره ایستگاه					
فعالیت شغلی کارگر					
میزان شدت روشنائی موضعی در سطح کار (لوکس)					
شدت روشنائی توصیه شده (لوکس)					
میزان درخشندگی (کاندلا بر متر مربع)	در سطح کار(بیشترین دید)				
	سطوح و دیوارهای مقابل دید				
	در سطح زمین (محدوده دید)				
نتیجه کلی سنجش روشنائی موضعی و درخشندگی ایستگاه					

• میزان درخشندگی مطلوب در محدوده 6500-65 کاندلا بر متر مربع در نظر گرفته شود.

مشخصه های کلی تورسنجی

نام و مدل دستگاه سنجش	روش کالیبراسیون	ساعت و تاریخ سنجش
-----------------------------	-----------------------	-------------------------

نتیجه کلی وضعیت سنجش روشنائی موضعی و درخشندگی

تعداد ایستگاه مورد سنجش موارد سنجش مطلوب موارد سنجش نامطلوب تعداد ایستگاه اصلاح شده

اندازه گیری روشنایی عمومی:

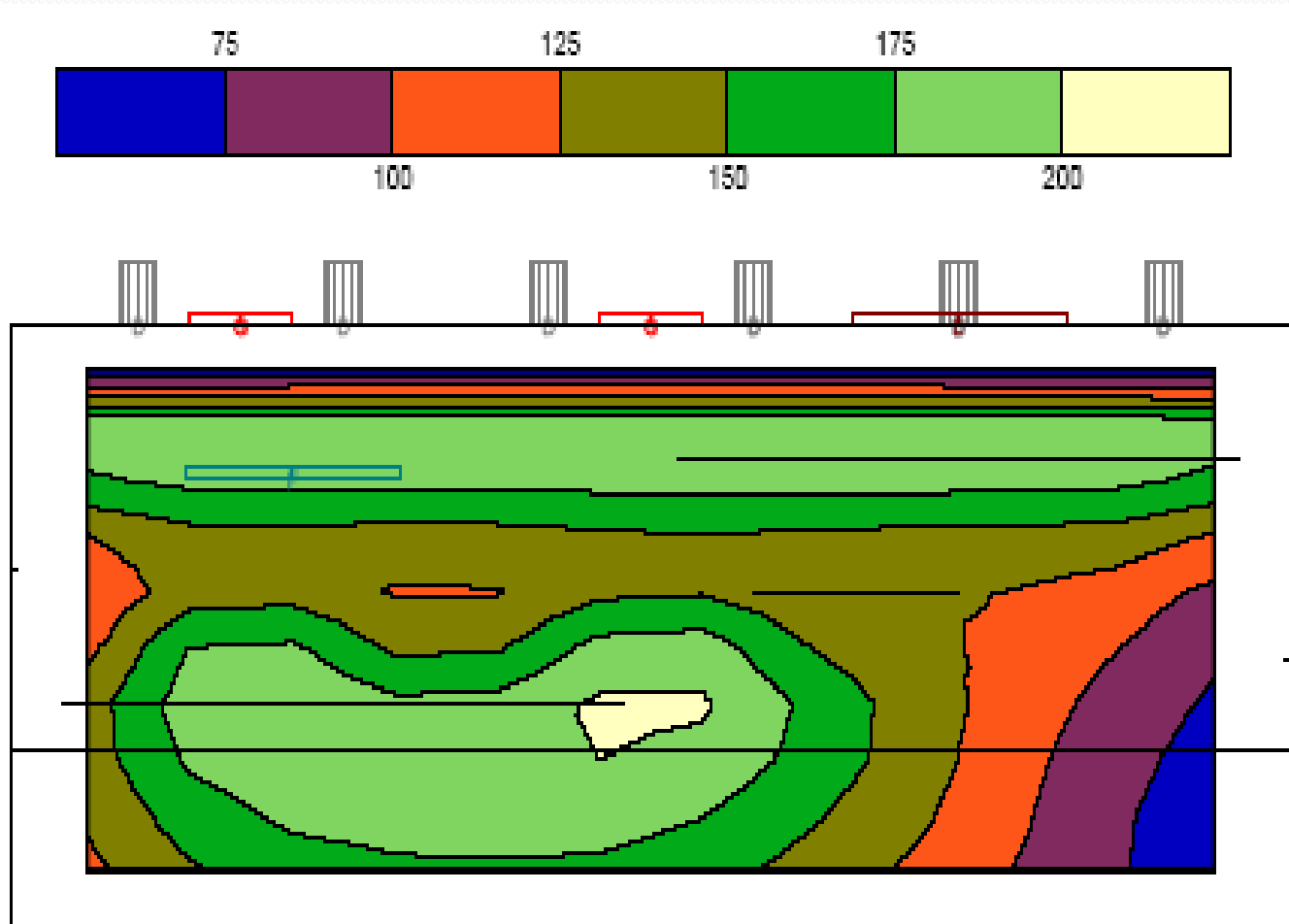
1- روش شبکه ای

2- روش الگویی: بسته به نوع چیدن چراغها و نوع آنها (نقطه ای - خطی) طبق الگوهای که از طرف انجمن مهندسين روشنایی امریکای شمالی IESNA است که در شش الگو خلاصه شده است:



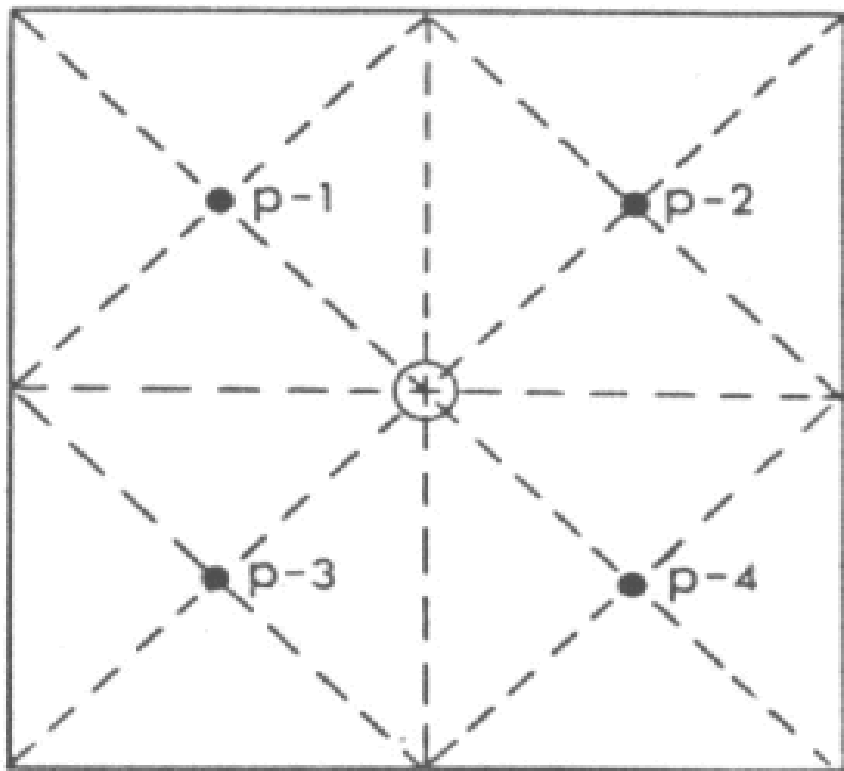
ایستگاه اندازه گیری

نمایش گرافیکی نتایج



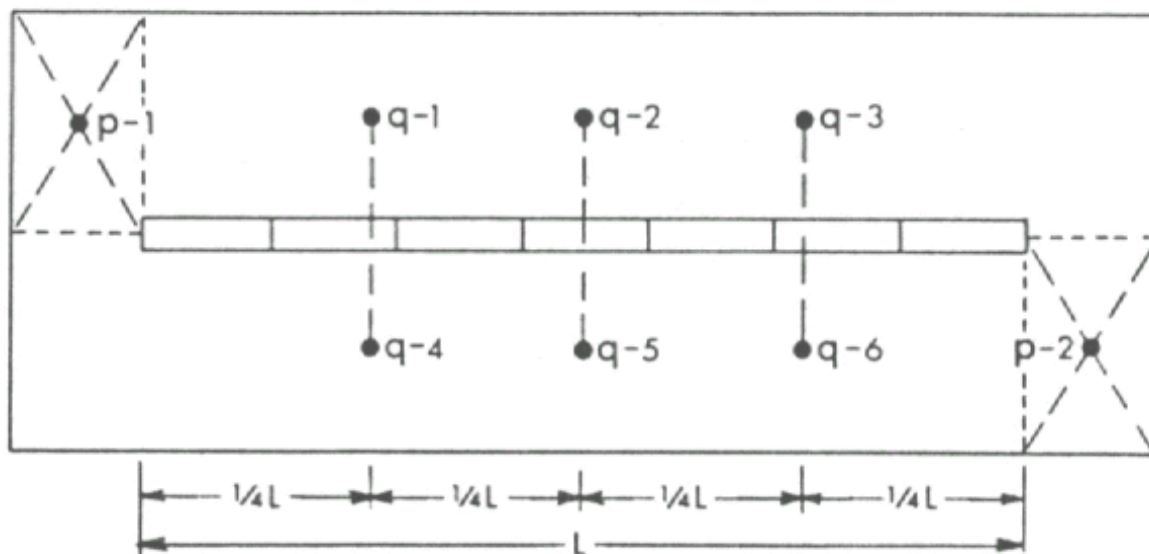
الگوهای پیشنهادی انجمن مهندسين روشنایی امریکای شمالی مبتنی بر اندازه‌گیری نمونه‌های وزن یافته‌ای از مقادیر شدت روشنایی در اماکن است که از نظر آماری، ضرایب یا ارزش هر خوشه ایستگاه تعیین شده و بسته به الگوی چیدمان چراغ در محاسبه متوسط شدت روشنایی لحاظ شده است. در این الگوها حتی برای مکانهای وسیع، حداکثر 18 ایستگاه اندازه‌گیری برای تعیین متوسط شدت روشنایی کافی است. جالب اینکه، نقاط شدت روشنایی حداقل و حداکثر هم در آن معلوم می‌شود .

۱- وقتی تنها یک منبع موجود باشد



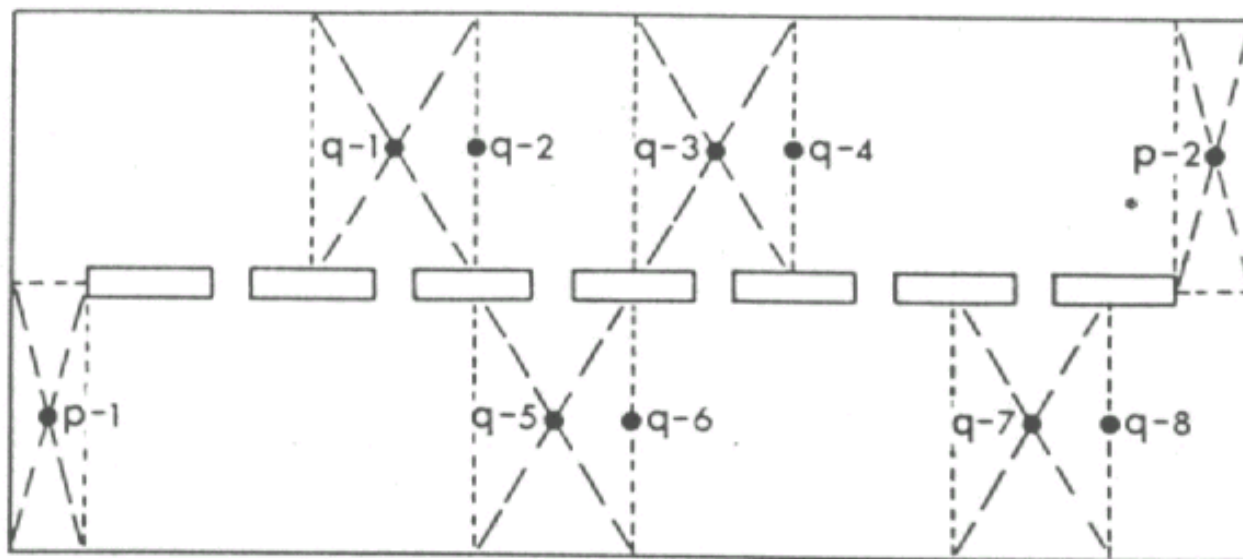
$$E_{avg} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4}$$

۲- منابع خطی متصل در یک ردیف



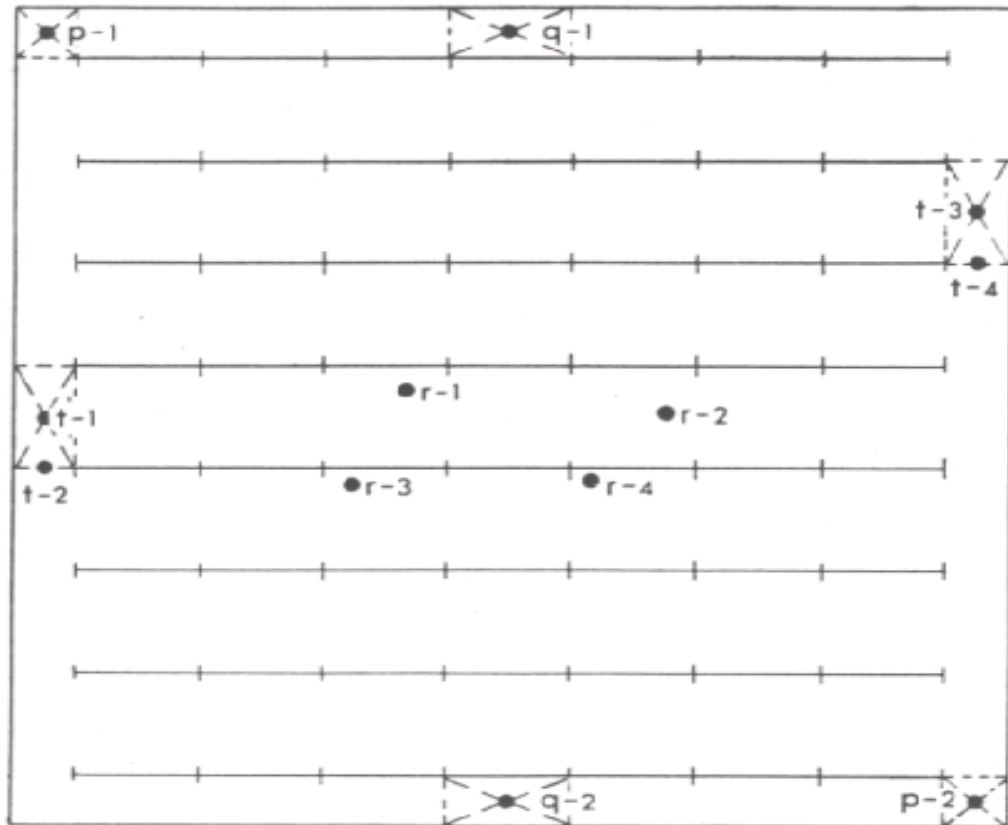
$$E_{avg} = \frac{QN + P}{N + 1}$$

۳- منابع خطی منفصل در یک ردیف



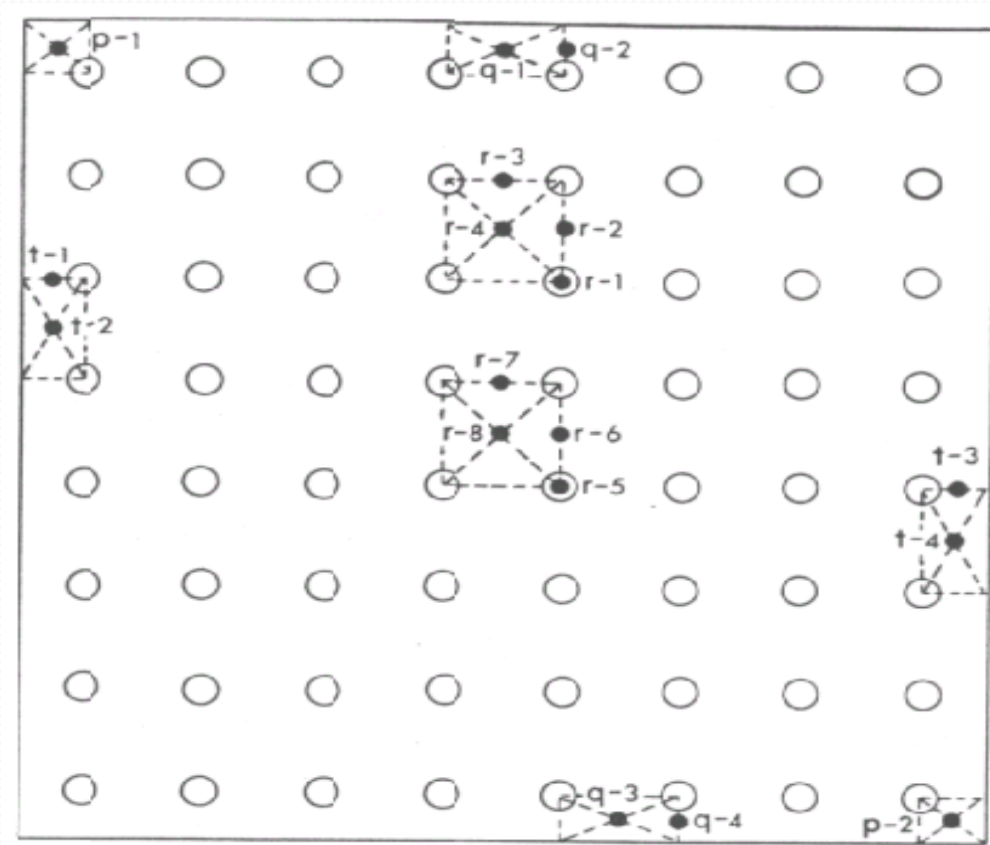
$$E_{avg} = \frac{Q(N-1) + P}{N}$$

۸- منابع خطی متصل در چند ردیف



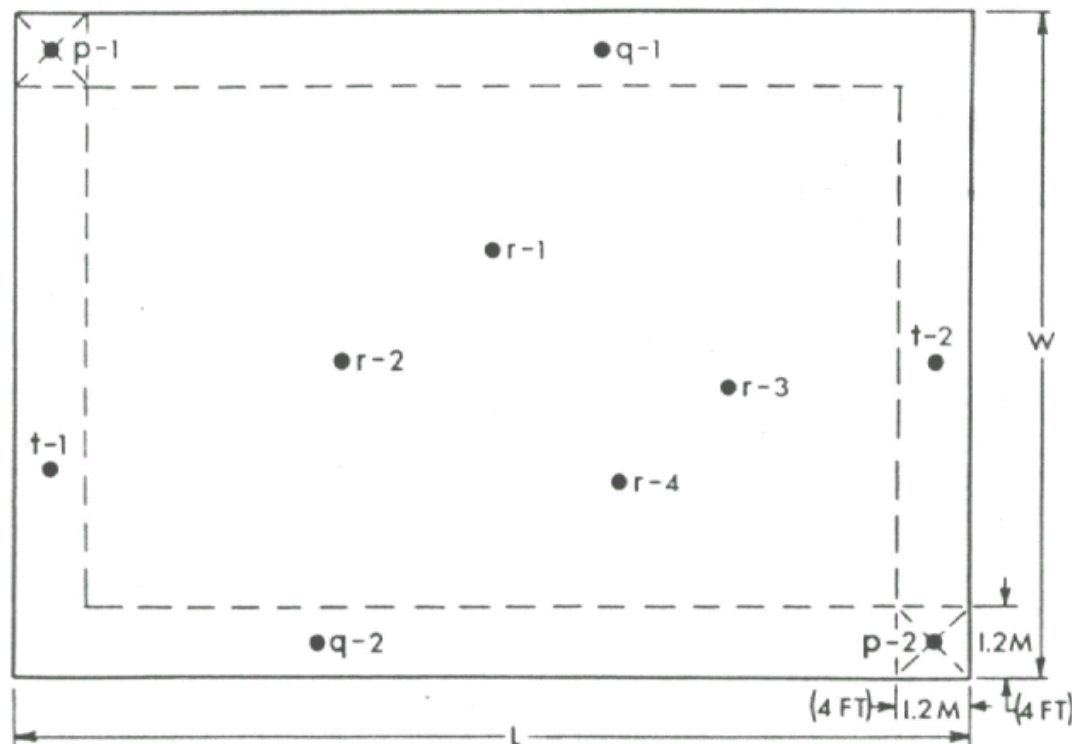
$$E_{avg} = \frac{QN + T(M - 1) + P + RN(M - 1)}{M(N + 1)}$$

۵- منابع نقطه‌ای در چند ردیف



$$E_{avg} = \frac{Q(N-1) + T(M-1) + P + R(N-1)(M-1)}{MN}$$

۶- منابع حاشیه یا روی دیوار



$$E_{avg} = \frac{R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8) + 8T(W-8) + 64P}{WL}$$















روشنایي مصنوعي